STUDIEN ÜBER
DIE ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER CORALLINACEEN

VON

SVANTE SUNESON

FIL. LIC., SM.

AKADEMISCHE ABHANDLUNG

DIE MIT GENEHMIGUNG DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT ZU LUND ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE AM 26. MAI 1937 UM 10 UHR VORM. IM HÖRSAAL DES BOTANISCHEN LABORATORIUMS ZU ÖFFENTLICHER VERTEIDIGUNG VORGELEGT WIRD

LUND
HÅKAN OHLSSON'S BUCHDRUCKEREI
1937

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 10. März 1937 vorgelegt.

LUND
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI
1937

MEINEM VATER

DEM NATURSCHILDERER

UND BLUMENFREUND

IN DANKBARKEIT

UND VEREHRUNG ZUGEEIGNET

Seit Schmitz (1883 und 1889) entwicklungsgeschichtliche Prinzipien in die Florideensystematik eingeführt hat, haben eine Reihe von Forschern der Entwicklungsgeschichte der Rotalgen eingehende Untersuchungen gewidmet. So sind in den letzten fünfzig Jahren fast alle Florideenfamilien in dieser Richtung bearbeitet worden.

Die Entwicklungsgeschichte der Corallinaceen ist uns jedoch nur lückenhaft bekannt. In der Hauptsache gründen sich unsere Kenntnisse derselben auf drei Arbeiten: die klassische Untersuchung von Solms-Laubach (1881) über *Corallina mediterranea* sowie die modernen Untersuchungen von Minder (1910) und Kylin (1928) über *Choreonema Thureti* bzw. *Epilithon membranaceum.* Die vorliegende, im Jahre 1930 auf Anregung von Professor H. Kylin begonnene Untersuchung hat den Zweck, eine eingehendere Kenntnis über die Entwicklungsgeschichte der Corallinaceen zu vermitteln, die für die endgültige systematische Einordnung der Familie und für eine Auffassung bezüglich der inneren Verwandtschaftsverhältnisse ihrer Gattungen notwendig ist.

Das Untersuchungsmaterial hat Verfasser selbst gesammelt, und zwar anlässlich von Studienaufenthalten auf den meeresbiologischen Stationen Kristineberg (Westküste von Schweden), Roscoff (Westküste von Frankreich) und Banyuls-sur-Mer (französische Mittelmeerküste). Belegexemplare der untersuchten Arten sind dem Botanischen Museum der Universität Lund übergeben worden. Ausserdem wurde dem Verfasser ergänzendes Material von *Lithothamnion lichenoides* durch Professor E. Chemin zur Verfügung gestellt.

Bei Abschluss der vorliegenden Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem Chef und Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Kylin, meinen ehrerbietigen und herzlichen Dank zu sagen für das starke fördernde Interesse, das er meinen Untersuchungen stets erwiesen hat. Ferner danke ich ihm für alles Wohlwollen, das ich während meines Dienstes am Botanischen Laboratorium von seiner Seite erfahren habe. Herrn Professor Dr. N. Heribert Nilsson, bin ich für das liebenswürdige Entgegenkommen, mit dem er mir im Sommer 1936 Arbeitsplatz in seinem Institut zur Verfügung gestellt hat, sehr zu Dank verpflichtet. Herzlichen Dank schulde ich weiter meinem Lehrer, Herrn Doz. A. Håkansson, der mich mit der Mikrotomtechnik vertraut gemacht hat.

Dem Direktor der Zoologischen Station zu Kristineberg, Herrn Prof. Dr. E. Lönnberg, dem Direktor der Biologischen Station zu Roscoff, Herrn Prof. Dr. Ch. Pérez, sowie dem Direktor des Zoologischen Laboratoriums zu Banyuls-sur-Mer,

Herrn Prof. Dr. O. DUBOSCQ, sowie ihren Mitarbeitern möchte ich auch an dieser Stelle für das mir erwiesene Entgegenkommen herzlich danken. Besonders danke ich Herrn Dr. G. GUSTAFSON, Kristineberg, für seine stete Hilfsbereitschaft bei meinen wiederholten Besuchen auf der dortigen Station.

Herrn Prof. Dr. E. CHEMIN, Paris, sage ich für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir das obengenannte Material beschafft hat, meinen ehrerbietigen Dank.

Reiseunterstützungen erhielt ich aus folgenden Fonds: Bokelunds fond för resestipendier och Nordstedt'ska fonden vid Lunds Universitet, Vetenskapsakademiens fond för reseunderstöd, Stockholm, Kniggeska fonden vid Uppsala Universitet samt Lunds Botaniska Förenings Jubileumsfond och Murbeck'ska fond.

Bei der deutschen Stilisierung hat mir Herr cand. phil. E. BLAUERT geholfen, wofür ich ihm herzlich danke.

Für Hilfe beim Lesen der Korrekturen danke ich Herrn Fil. Mag. T. LEVRING.

Schliesslich danke ich Herrn Präparator O. MATTSSON für die von ihm ausgeführten Mikrophotographien.

Lund, Botanisches Laboratorium, im Mai 1937.

Svante Suneson.

I. Methodik.

Die Corallinaceen bieten infolge der Kalkeinlagerung im Thallus besondere Schwierigkeiten bei der Fixierung. In diesem Umstand dürfte eine der Ursachen dessen zu erblicken sein, dass unsere Kenntnis über ihre Entwicklungsgeschichte bisher recht lückenhaft gewesen ist.

Am Anfang meiner Arbeit versuchte ich beim Fixieren des Materials die für Algen so viel gebrauchte Flemming'sche schwache Flüssigkeit zu verwenden. Wenn sie auch für die zartesten Formen einigermassen gute Fixierungen ergab, erwies sie sich doch für die gröberen Arten unbefriedigend. Diese erfordern kräftigere Fixiermittel, die den Kalk auslösen und möglichst schnell in das Gewebe eindringen.

Deshalb habe ich später eine folgendermassen modifizierte Form der Flemming'schen Flüssigkeit gebraucht: Chromsäure 1 g, Eisessig 1 ccm, Osmiumsäure 0.1 g, Meerwasser 100 ccm. Die zu fixierenden Objekte wurden 12—24 Stunden in der Fixierflüssigkeit belassen, nach Möglichkeit wurde die Flüssigkeit in dieser Zeit erneuert. Nachher wurden sie, wenn sie noch nicht völlig entkalkt waren, mit einer ähnlichen Flüssigkeit, doch ohne Osmiumsäure, zwecks weiterer Entkalkung behandelt. Diese Entkalkungsflüssigkeit wurde, wenn es sich um sehr dicke Krusten handelte, anfangs täglich, später in längeren Abständen erneuert.

Nach vollendeter Entkalkung wurde das Material in Meerwasser, das oft gewechselt wurde, 12—24 Stunden lang ausgewaschen und dann in allmählich verstärktem Alkohol gehärtet.

Nach dieser Methode liessen sich sowohl die zarteren als auch die gröberen Formen mit ziemlich gutem Erfolg fixieren, und besonders die unverkalkten Reproduktionsorgane.

Bei meinem Aufenthalt am Laboratorium zu Banyuls führte ich oft die Fixierungen bei einiger Luftverdünnung aus. Es scheint, als ob die Fixierflüssigkeit dann schneller in die Konzeptakeln eindringe und bessere Resultate bewirke.

In Banyuls prüfte ich an Corallinaceen auch die Fixierflüssigkeit »Susa», welche die Anatomen viel zur Fixierung tierischer Gewebe verwenden, und zwar mit gutem Erfolg. Sie hat folgende Zusammensetzung (Stöhr—v. Möllendorff: Lehrbuch der Histologie, 1930, S. 437): Sublimat 4.5 g, Kochsalz 0.5 g, Wasser 80 ccm, Trichloressigsäure 2 g, Eisessig 4 ccm, Formalin 20 ccm. Die Objekte blieben 24 Stunden in der Flüssigkeit, worauf sie, wenn sie noch nicht völlig entkalkt waren, mit einer

5%-igen Lösung von Trichloressigsäure behandelt wurden. Nach vollständiger Entkalkung wurde das Material direkt in 90%-igen Alkohol gebracht.

Wie erwähnt lieferte die letztgenannte Flüssigkeit gute Fixierungen. Von besonderem Interesse ist, dass die Zellkerne sehr gut fixiert wurden und sich dann sehr gut mit Hämatoxylin färben liessen. In Präparaten, die aus »Susa»-fixiertem Material angefertigt worden sind, treten die Kerne und ihre Teilungen sehr schön hervor, während an Material, das parallel in der modifizierten Flemming'schen Flüssigkeit fixiert wurde, die Kernteilungen, auch wenn sie beobachtet werden können, gewöhnlich jedenfalls nicht näher studiert werden können. — Auch an in der Bouin'schen Flüssigkeit fixiertem Material treten die Kernteilungen sehr gut hervor. Es scheint mir, als wäre es das Formalin, das die gut fixierende Wirkung auf die Kerne hat.

Diese Versuche haben mich davon überzeugt, dass die früher fast obligatorische Flemming'sche Fixierflüssigkeit für zytologische Studien der Florideen wenigstens nicht immer die beste ist.

Das Material wurde auf die gewöhnliche Weise in Paraffin eingebettet und mit dem Mikrotom geschnitten. Die Schnittdicke war 3—10 μ, im allgemeinen 7 μ. Die Schnitte wurden mit Heidenhains Hämatoxylin gefärbt, in konzentrierter Pikrinsäurelösung differenziert und dann bisweilen mit Lichtgrün nachgefärbt. In einigen wenigen Fällen habe ich auch Quetschpräparate in Glyzerin benutzt.

II. Untersuchte Arten.

Melobesia Lejolisii.

Material: Kristineberg, Westküste von Schweden, epiphytisch auf loseliegenden Blättern von *Zostera marina,* Anfang Juni 1933.

Die Art wurde von ROSANOFF (1866 S. 62) aufgestellt.

Anatomie. Den anatomischen Aufbau von *Melobesia Lejolisii* und einigen anderen *Melobesia*-Arten kennen wir in den Hauptzügen durch ROSANOFFS (l. c.) grundlegende Untersuchung. Weitere Angaben über die Anatomie machen SOLMS-LAUBACH (1881), FOSLIE (Remarks etc. 1905), LEMOINE (1911) und ROSENVINGE (1917). Der Thallus besteht aus einer ursprünglich einschichtigen Scheibe, die sich durch Randwachstum vergrössert. Wenn die Zellteilungen ringsum regelmässig verlaufen, bekommt die Scheibe einen kreisförmigen Umkreis; oft tritt aber lokalisierte Wachstumsförderung auf, wobei der Umkreis mehr oder weniger eingeschnitten wird. In bestimmten Abständen vom Zentrum verzweigen sich die Zellreihen pseudodichotomisch. Durch bogenförmige Wände teilt die Marginalzelle zwei dreieckige Zellen ab (Fig. 1 A bei *), welche die Ausgangspunkte der zwei neuen Reihen sind.

Die meisten Zellen der monostromatischen Scheibe schneiden durch eine schiefe Wand (Fig. 1 E) eine kleine Zelle nach oben ab, die unverkalkt sein soll. Diese Zelle nennt ROSANOFF »cellule corticale». SOLMS (l. c.), OLTMANNS (1922) und KYLIN (1928 u. 1937) nennen sie Deckzelle. Sie wird im allgemeinen schon von der nächstäussersten Zelle abgeteilt. Die Deckzelle bedeckt nur das periphere Ende ihrer Mutterzelle. Bei *Melobesia Lejolisii* ist der Umkreis der Deckzellen gerundet oval, in tangentialer Richtung etwas breiter.

Die Zellen unmittelbar unter den Verzweigungen sind oft grösser und inhaltloser als die anderen und tragen oft ein Haar (FOSLIE l. c. S. 103). Ähnliche Zellen fand ROSANOFF (l. c.) bei *Melobesia farinosa* und SOLMS (l. c.) bei *M. callithamnioides.* Sie wurden von ROSANOFF Heterocysten benannt. SOLMS zeigte, dass die Heterocysten Haarzellen sind. Sie schneiden keine Deckzellen ab, sondern wölben ihren Scheitel ohne Scheidewandbildung in ein Haar aus, das oft sehr vergänglich ist. Die Heterocysten bei den genannten zwei Arten sind Endglieder in Zellreihen mit erloschenem Randwachstum. ROSENVINGE (l. c. S. 239) hebt den Unterschied zwischen diesen Heterocysten und den haartragenden Zellen bei *M. Lejolisii* hervor. Bei dieser Art sind sie keine Endzellen, sondern liegen unter einer Verzweigung.

Weiter schlägt er vor, bei den Melobesien den Namen Heterocysten gegen Trichocyten auszutauschen, was mir auch angemessen scheint, da diese Zellen, wie ROSENVINGE betont, den Heterocysten der Cyanophyceen sehr ungleich sind. ROSENVINGE hat bei *M. Lejolisii* gefunden, dass bisweilen auch andere Zellen als die zweigbildenden sich zu Trichocyten entwickeln können, und weiter, dass ein Trichocyt dann und wann eine Deckzelle abschneiden kann. Dies habe ich auch feststellen können, wie die Figuren 1 A—C zeigen. Fig. 1 B zeigt einen Trichocyten mit Deckzelle und darunter liegendem Haar, Fig. 1 C zwei Trichocyten mit Deckzelle unter

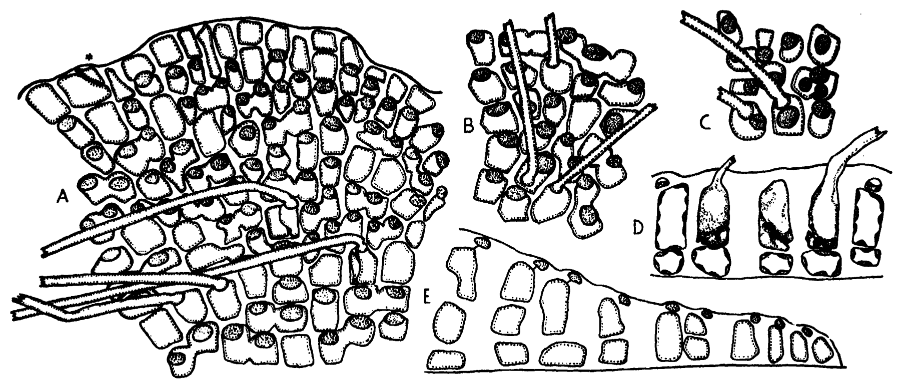


Fig. 1. *Melobesia Lejolisii. A-C* Thallus von der Oberfläche gesehen; die Deckzellen punktiert; in *A* Trichocyten ohne, in *B-C* mit Deckzellen. *D-E* Thallus im radialen Querschnitt, *D* mit Trichocyten. — * Verzweigung einer Zellreihe. — × 530.

dem Haar. Fig. 1 D zeigt einen Thallusquerschnitt mit zwei Trichocyten. Das Haar geht ohne Scheidewandbildung von der Zelle aus. Diese Figur nebst Fig. 1 A gibt auch Aufschluss über ein Verhältnis, das ich bei den Trichocyten gefunden habe. Der obere haartragende Teil trennt sich nämlich oft durch eine schiefe Wand von dem unteren Teil ab.

Die Thalluszellen sind einkernig. In den radialen Reihen sind sie durch Tüpfel verbunden. Zwischen Zellen, die zu benachbarten Reihen gehören, treten Fusionen auf. Ein Studium mit Hämatoxylin gefärbter Thallusstücke hat mich überzeugt, dass die Angabe von ROSENVINGE (l. c. S. 237), dass die transversalen Zellfusionen hier nie auf sekundäre Tüpfelverbindungen zurückzuführen sind, richtig ist.

In der Marginalzone besteht die Thallusscheibe aus einer einzigen Zellschicht, von der Deckzellschicht abgesehen. In einem gewissen Abstand vom Rande teilen sich die Basalzellen durch horizontale Wände, so dass die Scheibe zweischichtig wird (Fig. 1 E). Diese Teilung ist interkalarer Natur, eine Tatsache, auf die besonders KYLIN (1928 S. 37 u. 1937 S. 80) hingewiesen hat. Weiter nach innen, besonders in der Nähe der Konzeptakeln, kann noch eine Teilung (oder zwei) eintreten, so dass die Scheibe hier drei (vier) Schichten dick wird. Diese Teilungen

scheinen in den Zellen stattzufinden, die unmittelbar unter den Deckzellen liegen (Fig. 1 E).

Die Entwicklung der Prokarpien vor der Befruchtung. Über die Entwicklung der Geschlechtsorgane von *Melobesia* hat die Literatur sehr wenig zu berichten. Es beschränkt sich fast völlig auf Angaben über die Form und Grösse der Konzeptakeln und die Lage und Form der Karposporen. Die folgende Darstellung der Prokarpienentwicklung von *Melobesia Lejolisii* gründet sich daher auf meine eigene Untersuchung.

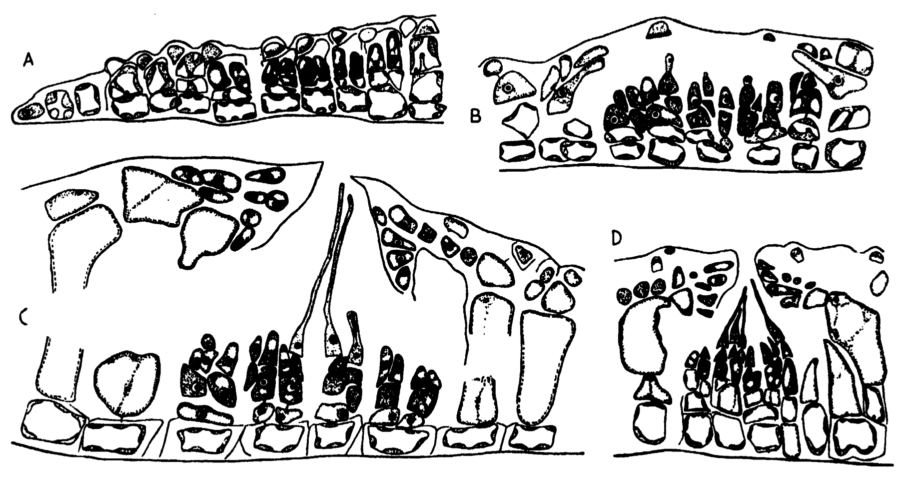


Fig. 2. *Melobesia Lejolisii.* Entwicklung des weiblichen Konzeptakels; Querschnitte. *A* Junge Anlage mit Auxiliarzellen und Karpogonastanlagen. *B* Konzeptakel mit Auxiliarzellen und jungen Karpogonästen. *C-D* Konzeptakeln mit befruchtungsreifen Prokarpien. — *A, D* × 610; *B-C* × 890.

Der Thallus ist monözisch, und die weiblichen und männlichen Konzeptakeln liegen oft dicht nebeneinander (Fig. 4 A).

Die Entwicklung der weiblichen Konzeptakeln spielt sich auf folgende Weise ab. Nicht weit vom Thallusrand tritt auf einer kreisförmigen Fläche eine Differenzierung ein. Der Zuwachs hält inne, und die zweite Zellschicht bildet durch Teilungen fertile Fäden mit inhaltreichen Zellen. Die Deckzellen an dieser Stelle werden dabei aufgehoben (Fig. 2 A). Die Anlagen der fertilen Fäden schneiden jede durch mehr oder weniger schiefe Wände im allgemeinen zwei, bisweilen drei (vielleicht in selteneren Fällen mehr) Zellen ab. Von diesen letzteren teilen sich zwei oder nur eine noch einmal, und die so schliesslich hervorgegangenen Zellen werden zu Karpogonen. Das Karpogon entwickelt eine Trichogyne, die sich allmählich kräftig verlängert (Fig. 2 B). Während dieser Entwicklung teilen und strecken sich die umgebenden sterilen Zellen, so dass die fertile Gruppe im Thallus

etwas eingesenkt wird. Die sterilen Zellen biegen sich auch ein wenig über die fertile Gruppe ein (Fig. 2 B), und durch weitere Zellteilungen wird diese in ein Konzeptakel eingeschlossen, das nur durch eine Öffnung in der Mitte mit der Aussenwelt in Verbindung steht. Im befruchtungsfertigen Stadium (Fig. 2 C) enthält das Konzeptakel also eine Gruppe von fertilen Astbüscheln, die von der zweiten Thallusschicht ausgehen. Die Basalzellen dieser Astbüschel tragen je einen oder zwei völlig entwickelte, zweizellige Karpogonäste. Die übrigen Karpogonastanlagen bleiben einzellig (Fig. 2 C u. D). Die Basalzelle funktioniert später als Auxiliarzelle (siehe unten). Die Entwicklung geht in der Mitte des Konzeptakels etwas schneller als in der Peripherie, wo die Karpogonäste im allgemeinen nie die volle Entwicklung erreichen. Dann und wann findet man jedoch auch am Rande befruchtungsfähige Karpogone (Fig. 3 B).

Der Boden des Konzeptakels baut sich aus zwei Schichten Thalluszellen auf. Bisweilen kann die Anzahl bis auf drei (Fig. 2 D) oder vier steigen. Die weiblichen Konzeptakeln sind bei *Melobesia Lejolisii* ganz niedrig und erheben sich sehr wenig über die umgebende Thallusoberfläche. Der innere Diameter einiger gemessenen Konzeptakeln betrug 45—75 μ, die Höhe 35—60 μ. Die Mündung oder das Ostiolum ist eng, und die umgebenden kleinen Zellen bilden, wie es scheint, und wie auch Rosenvinge (l. c. S. 242) angibt, keine Haare.

Die Entwicklung der Prokarpien nach der Befruchtung. Den Befruchtungsakt habe ich nicht in allen Einzelheiten studieren können. Die Fig. 3 A stellt ein Stadium mit zwei befruchteten Karpogonen dar. Im Karpogonbauch liegen die beiden Geschlechtskerne. Nach der Verschmelzung dieser Kerne und der darauf folgenden Teilung des diploiden Kerns wird ein sporogener Kern in die darunterliegende Auxiliarzelle übergeführt. Es ist gewiss eine schwierige Sache, die Verbindung zwischen dem befruchteten Karpogon und der Auxiliarzelle zu finden. In einem Falle bin ich aber überzeugt, den Verbindungsfaden gesehen zu haben (Fig. 3 B). Er stellt einen kurzen schmalen Schlauch dar, der sicher von einer Ausbuchtung des Karpogonbauches abgeschnürt worden ist und jetzt mit der Auxiliarzelle in Verbindung tritt.

Nach der Einführung des diploiden Kerns in die Auxiliarzelle verschmelzen alle Auxiliarzellen des Konzeptakels zu einer grossen kuchenförmigen Fusionszelle, die oft stark vakuolisiert erscheint.

Die Entwicklung der Gonimoblasten. In der Fusionszelle teilt sich der diploide Kern, und am Rande sprossen dann die Anlagen der Gonimoblastfäden ringsum heraus (Fig. 3 C). Die Endzellen der Gonimoblastfäden entwickeln sich zu grossen Karposporen, die durch das Ostiolum austreten (Fig. 3 D). Auf der Oberseite der Fusionszelle bleiben die Reste der Karpogonäste stehen. Sie degenerieren bald mehr oder weniger.

Bei der Entwicklung der Gonimoblasten werden oft die inneren Zellen der Konzeptakelwände verdrängt und zerstört. Besonders gilt dies für die zweite Zellschicht des Bodens. In Konzeptakeln mit reifen Gonimoblasten kann man darum oft nicht einmal Reste dieser Schicht finden.

Die Entwicklung der Spermatangien. Die Angaben über die männlichen Fortpflanzungsorgane von *Melobesia*, die in der Literatur zu finden sind, beziehen sich im wesentlichen auf das Aussehen und die Grösse der Konzeptakeln. Diese liegen bei *Melobesia Lejolisii* oft in der Nähe der weiblichen (Fig. 4 A links). Sie sind im allgemeinen kleiner als diese und erheben sich nicht oder nur sehr wenig über die Thallusoberfläche. Gemessene Konzeptakeln zeigten einen Diameter von 40—55 μ. Das Ostiolum geht oft, wie Weber-van Bosse (1886 S. 367) und Rosenvinge (1917 S. 242) mitteilen, in ein langes, oft etwas gebogenes Rohr über, das aus Schleim gebildet wird. Dies Rohr wird keineswegs immer entwickelt. Durch das Rohr verlassen die männlichen Körperchen das Konzeptakel.

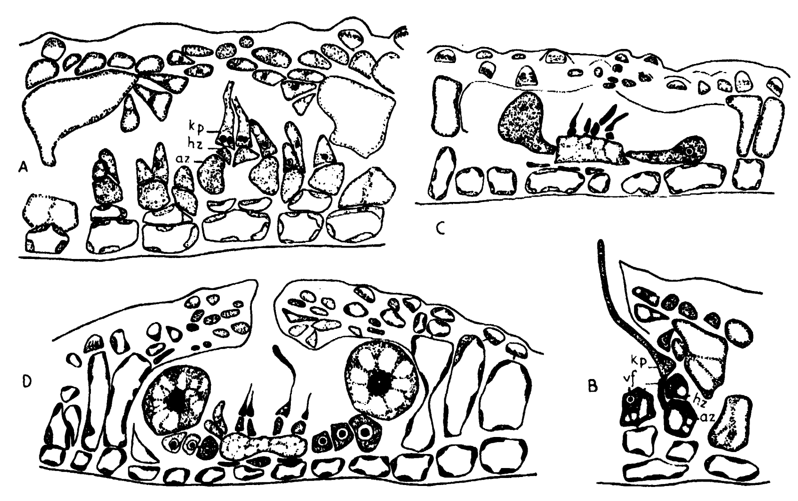


Fig. 3. *Melobesia Lejolisii.* Querschnitte. *A* Konzeptakel mit befruchteten Karpogonen. *B* Teil eines Konzeptakels mit einem befruchteten Prokarp, den Verbindungsfaden zeigend. *C* Konzeptakel mit Fusionszelle und Gonimoblastanlagen. *D* Konzeptakel, Gonimoblasten mit reifen Karposporen enthaltend. — *A* × 1110; *B* × 1080; *C-D* × 700.

Die Bildung der Spermatangien habe ich teils an Mikrotomschnitten, teils an Quetschpräparaten in Glyzerin studiert. Die Bildungsweise dürfte aus den Figuren 4 A—C deutlich hervorgehen. Die Zellen der zweiten Thallusschicht schneiden durch schiefe Wände wenigstens je zwei Zellen ab, die die Mutterzellen der Spermatangien sind. Die Spermatangienmutterzellen ihrerseits teilen dann durch noch schiefer gestellte Wände wenigstens nach zwei Seiten Spermatangien ab. Spermatangienmutterzellen werden nur von dem Boden des Konzeptakels gebildet. Bisweilen kann der Boden aus drei Schichten Thalluszellen aufgebaut sein (Fig. 4 C). Die Spermatangien sind anfangs langgestreckt. Wahrscheinlich werden sie, wie ich für *Corallina rubens* (siehe S. 43) gezeigt habe, als solche abgelöst. Sie runden sich später ein wenig ab und verlassen das Konzeptakel als ovale Körperchen.

Weber-van Bosse (1886) hat der Spermatienentwicklung bei *Melobesia Lejolisii* eine spezielle Untersuchung gewidmet. Nach ihr sollen die Spermatien an den Enden von langen Sterigmen durch Abschnürung gebildet werden. Diese Sterigmen stehen an kleinen Zellen, die ihrerseits auf dem Basallager liegen. Die Sterigmen entsprechen also den oben genannten Spermatangienmutterzellen, die, wie meine Figuren zeigen, etwas langgestreckt sind. Es erscheint mir möglich, dass sich die Spermatangienmutterzellen in alten Konzeptakeln nach wiederholter Abschnei-

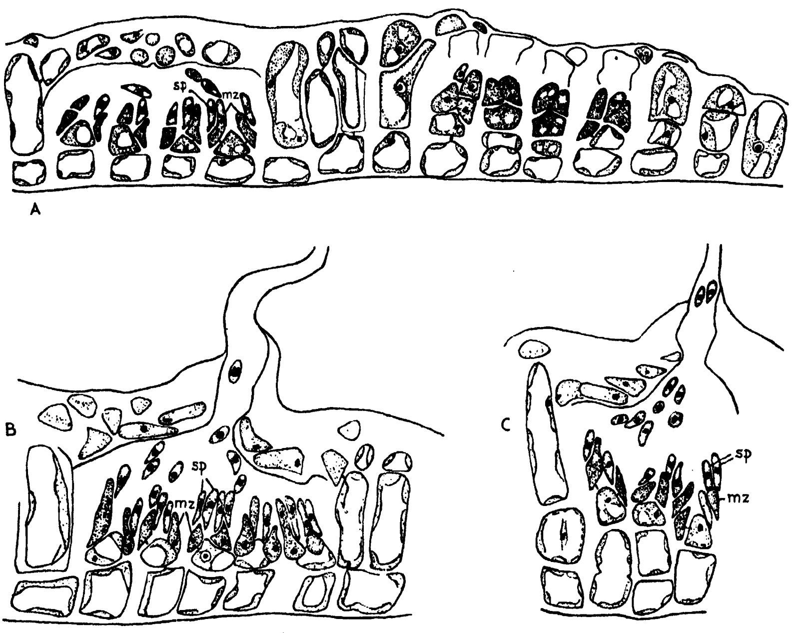


Fig. 4. *Melobesia Lejolisii.* Querschnitte. *A* Junge Anlagen eines männlichen (links) und eines weiblichen (rechts) Konzeptakels. *B-C* Reife, männliche Konzeptakeln. — *mz* Spermatangienmutterzelle; *sp* Spermatangium. — *A* × 990; *B-C* × 980.

dung von Spermatangien strecken und sterigmenförmig werden. Weber-van Bosses Material stammt aus dem September. Rosenvinge (l. c.) gibt Figuren über männliche Konzeptakeln. Seine Figur 159 A zeigt sterigmenförmige Bildungen, während die Figur 158 B mehr den meinigen gleicht. Er teilt mit, dass er die männlichen Konzeptakeln teils im Mai, teils im September eingesammelt hat.

Die Entwicklung der Tetrasporen. Die fertigen sporangienführenden Konzeptakeln bei *Melobesia Lejolisii* sind durch die Untersuchungen von Rosanoff (1866), Foslie (1905), Lemoine (1911) und Rosenvinge (1917) gut bekannt. Dagegen vermissen wir in der Literatur ganz und gar Angaben über die jungen Sporangienkonzeptakeln und deren Entwicklung. Es ist mir gelungen, die Konzeptakelan-

lagen zu finden, und Fig. 5 A stellt solch eine Anlage dar. Die Sporangienanlagen werden als kurze, etwas kegelförmige Zellen von der zweiten Thallusschicht angelegt. Sie sind mit einem dichten Protoplasma gefüllt. Ehe sie sich weiter entwickeln, können sie basalwärts eine kleine Zelle abschneiden, die an Plasma einigermassen reich ist und eine Art Stielzelle darstellt. Zwischen den Sporangienanlagen stehen sterile Fäden. Aus diesen und den umgebenden sterilen Fäden

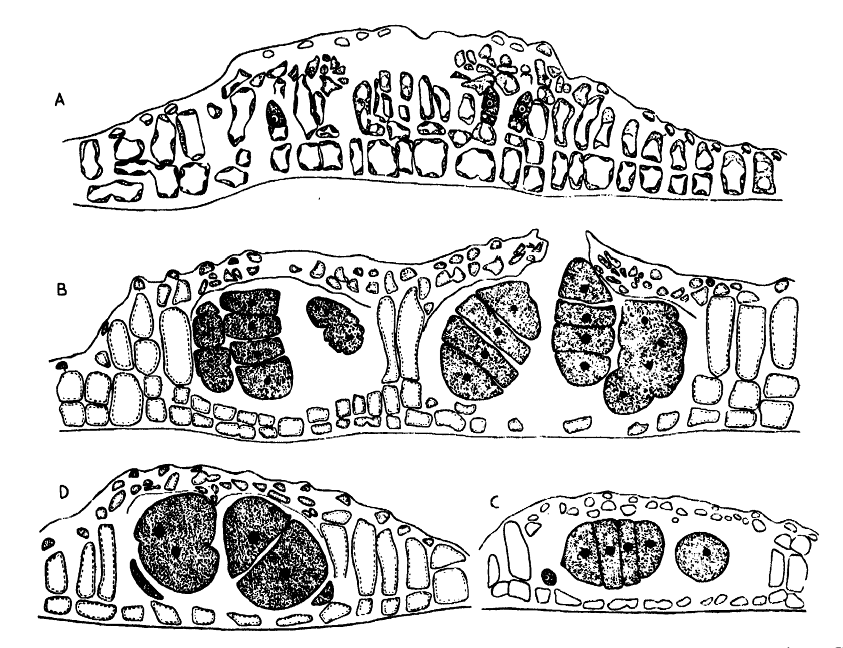


Fig. 5. *Melobesia Lejolisii.* Querschnitte. *A* Konzeptakelanlage mit jungen Sporangien. *B-C* Konzeptakeln mit reifen Tetrasporen. *D* Konzeptakel mit Bisporen. — × 450.

entwickelt sich durch Teilungen das Dach des Konzeptakels. Die Anlagen der Sporangien vergrössern sich, und der Kern macht zwei Teilungen durch. Durch drei waagerechte Wände werden dann die Tetrasporen gebildet (Fig. 5 B). Schon Rosanoff (l. c.) zeigte, dass diese Wände erst kreisförmig in der Peripherie angelegt werden und dann allmählich gegen die Mitte des Sporangiums hineinwachsen.

Nicht selten führt die Entwicklung zu Bisporen anstatt Tetrasporen. Dies Verhältnis ist für mehrere Corallinaceen bekannt (vgl. Bauch 1937 S. 367). Bei *Melobesia Lejolisii* kommen normalerweise Tetrasporen vor, aber in manchen Konzeptakeln werden statt dieser Bisporen gebildet (Fig. 5 D). Foslie (1905 S. 104) teilt mit, dass er bei dieser Art bisweilen Bisporen gesehen habe. Sie kamen

laut ihm zusammen mit Tetrasporen in demselben Konzeptakel vor. Ich habe sie nur in Konzeptakeln ohne Tetrasporen gefunden.

Die fertigen Sporangienkonzeptakeln erheben sich wenig über die Thallusoberfläche. Der innere Diameter einiger gemessenen Behälter betrug 90—120 μ und die Höhe 45—80 μ. Der Boden besteht im allgemeinen aus zwei Zellschichten, von denen oft eine, bisweilen teilweise auch die andere, von den fertigen Sporangien verdrängt und aufgelöst wird (Fig. 5 B). Auch die dazwischenliegenden sterilen Fäden werden aufgelöst. Das Dach ist ganz dünn und das Peristom wenig ausgebildet. ROSANOFF (l. c. S. 63 u. Taf. I, Fig. 11) gibt an, dass die Zellen, die das Ostiolum umgeben, sich verlängern und eine weit vorspringende Krone von Haaren erzeugen. Diese Bildung konnte FOSLIE (l. c. S. 104) nicht finden. ROSENVINGE (l. c. S. 241) berichtet, dass er nur in seltenen Fällen weit vorspringende Haare gesehen habe, und meint, dass ihre Entwicklung variabel sei und von verschiedenen Umständen abhänge. Nur in einem Falle habe ich selbst diese Bildung gesehen.

Die Sporangien stehen im allgemeinen über den ganzen Boden verstreut. Ihre Anzahl wechselt beträchtlich. In einigen Konzeptakeln zählte ich 1 bis 10. Anfangs stehen sie vertikal, nehmen aber oft schliesslich eine horizontale Lage ein (Fig. 5 C), besonders in Konzeptakeln mit nur einem oder zwei völlig entwickelten Sporangien (vgl. ROSENVINGE, l. c. S. 242).

Melobesia limitata.

Material: Kristineberg, Westküste von Schweden, epiphytisch an alten Blättern von *Laminaria sacharina*, Anfang Juni 1933.

Diese Art steht *Melobesia Lejolisii* sehr nahe. Sie wurde erst von FOSLIE (Remarks etc., 1905 S. 102) als f. *limitata* von *Melobesia Lejolisii* aufgestellt und wurde gegen f. *typica* durch solidere Krusten mit regelmässigerem Umkreis und durch weniger dicht gehäufte, etwas höhere und ein wenig vorspringende Konzeptakeln charakterisiert. Zu f. *limitata* zählte FOSLIE fast alle Formen, die an verschiedenen Algen wachsen (ROSENVINGE 1917 S. 245), während *Melobesia Lejolisii* f. *typica* an *Zostera*-Blättern wachsen sollte. ROSENVINGE (l. c.) fasst die f. *limitata* als selbständige Art auf, *Melobesia limitata* (Foslie) K. Rosenv. Ausser den von FOSLIE angegebenen Charakteren führt er für *Melobesia limitata* u. a. noch folgende an (l. c. S. 248): Dach der weiblichen und geschlechtslosen Konzeptakeln dicker als bei *Melobesia Lejolisii*, Peristom aus langen mehrzelligen Fäden gebildet, oft kronenförmig vorspringend. Nach meiner Untersuchung über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte dieser beiden *Melobesia*-Arten möchte ich noch zwei trennende Merkmale der beiden Arten angeben. Die Deckzellen bei *M. limitata* sind, von oben gesehen, in transversaler Richtung mehr gestreckt als bei *M. Lejolisii*. Ihre Form ist daher oval-gleich breit, während sie bei der

letzteren Art gerundet oval ist. Weiter entwickeln sich bei *M. limitata* die Gonimoblastfäden auch von der Oberfläche der grossen Fusionszelle, während bei *M. Lejolisii* Gonimoblastfäden nur vom Rande aussprossen.

Anatomie. Die Fig. 6 A zeigt die Thallusscheibe von oben gesehen. Zuwachs, Verzweigung und Vorkommen von Trichocyten stimmen mit den entsprechenden Verhältnissen bei *M. Lejolisii* überein. Der obere Teil des Trichocyten wird auch hier durch eine schiefe Wand abgeschnitten (Fig. 6 A—C). Laut ROSENVINGE (l. c. S.

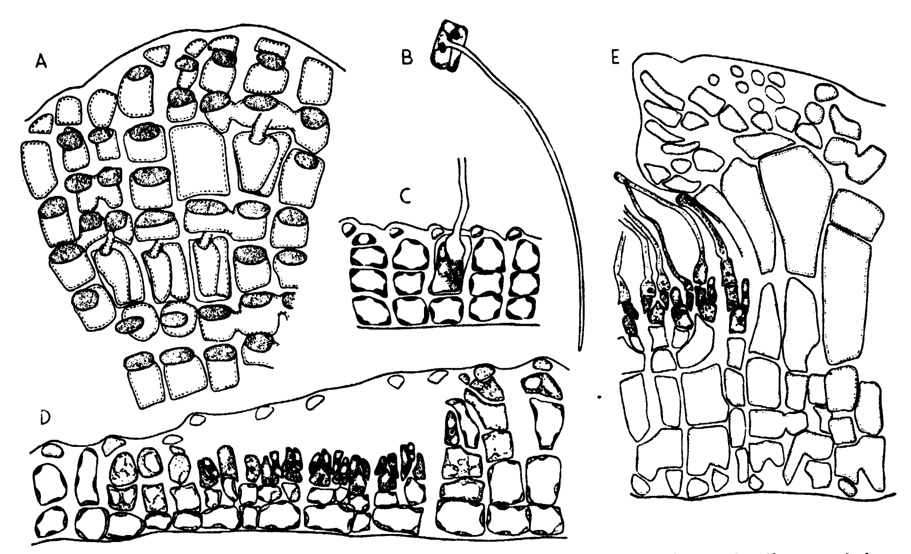


Fig. 6. *Melobesia limitata*. Thallus von der Oberfläche gesehen; die Deckzellen punktiert. *B* Trichocyt mit hyalinem Haar. *C* Thallusquerschnitt mit einem Trichocyten. *D* Querschnitt einer jungen, weiblichen Konzeptakelanlage, Auxiliarzellen und Karpogonastanlagen zeigend. *E* Stück eines Querschnittes durch ein Konzeptakel mit befruchtungsreifen Prokarpien. — *A*, *C-D* × 540; *B* × 340; *E* × 570.

245) sollen die Thalluszellen, von oben gesehen, bei *M. limitata* etwas länger als bei *M. Lejolisii* sein. Bei dieser Art sollten sie 1—1 $^1/_2$ mal, bei jener aber 1 $^1/_2$—2 mal länger als breit sein. Diesen Unterschied habe ich jedoch nicht bestätigen können. Die Grösse der Zellen wechselt recht beträchtlich, ebenso die Form. Diese ist im allgemeinen rechteckig mit grösserer Länge, dann und wann quadratisch, ja sogar bisweilen rechteckig mit grösserer Breite. Wie oben erwähnt, liegt aber ein Unterschied in der Form der Deckzellen bei den beiden Arten vor. Bei *M. limitata* sind sie oval-gleich breit, bei *M. Lejolisii* rundlich oval.

Der Thallus ist, von den Deckzellen abgesehen, am Rande monostromatisch. Zur Mitte hin und besonders in der Nähe der Konzeptakeln wird er 2—5-schichtig (Fig. 6 C). Die Konzeptakeln liegen auffallend mehr zerstreut als bei *M. Lejolisii*.

Die Entwicklung der Prokarpien vor der Befruchtung. Die weiblichen Konzeptakeln werden in derselben Weise wie bei *M. Lejolisii* angelegt. Fig. 6 D stellt eine junge Anlage dar. Auf dem zweischichtigen Boden stehen die jungen fertilen Astbüschel. Die Fig. 6 E und 7 zeigen fertige Konzeptakeln mit völlig entwickelten, in Fig. 7 sogar befruchteten Karpogonen. Wie bei *M. Lejolisii* entwickeln sich in jedem Astbüschel ein bis zwei zweizellige Karpogonäste mit

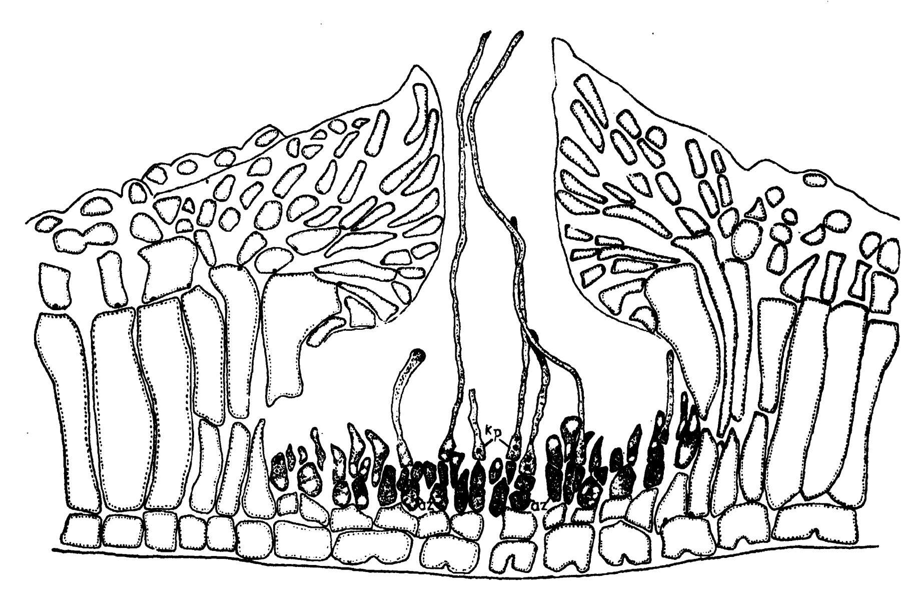


Fig. 7. *Melobesia limitata.* Querschnitt eines Konzeptakels mit befruchtungsreifen und befruchteten Prokarpien. — × 650.

langen Trichogynen. Die Entwicklung geht auch hier im Zentrum schneller. In der Peripherie erreichen darum die Karpogonäste seltener die volle Entwicklung (vgl. Fig. 6 E u. 7).

Der Boden des Konzeptakels besteht oft aus zwei Schichten Thalluszellen (Fig. 7), nicht selten baut er sich aber aus drei bis fünf Schichten auf (Fig. 6 E). Die Konzeptakeln sind grösser, besonders namhaft höher als bei *M. Lejolisii.* In einigen gemessenen Konzeptakeln betrug der innere Diameter 90—115 μ, die Höhe 130—180 μ. Bei *M. Lejolisii* war die Höhe nur 35—60 μ. Dieser grosse Unterschied ist teilweise durch die kräftige Entwicklung des Daches und des Peristoms bei *M. limitata* bedingt. Das Peristom baut sich aus Reihen gestreckter Zellen auf, die strahlenförmig um das Ostiolum geordnet sind (Fig. 7). Rosenvinge (l. c.) behandelt eingehend das Aussehen des Peristoms. Bisweilen springt es kronenförmig vor.

Die Entwicklung der Prokarpien nach der Befruchtung. Fig. 7 zeigt zwei befruchtete Karpogone. Die nächste Entwicklung habe ich nicht beobachtet. Sie dürfte aber wie bei *M. Lejolisii* verlaufen. Ein diploider Kern wird wohl aus einem befruchteten Karpogon in die darunterliegende Auxiliarzelle übertragen. Nachdem ein diploider Kern in die Auxiliarzelle übertragen worden ist, verschmelzen alle Auxiliarzellen des Konzeptakels zu einer grossen kuchenförmigen Fusionszelle (Fig. 8).

Die Entwicklung der Gonimoblasten. Die Fusionszelle liefert dann die Gonimoblastfäden, welche bei *M. limitata* im Gegensatz zum Verhältnis bei *M. Lejolisii* nicht nur vom Rande, sondern auch von der oberen Fläche der Fusionszelle aussprossen. Wenn man das reife Konzeptakel von oben betrachtet, sieht

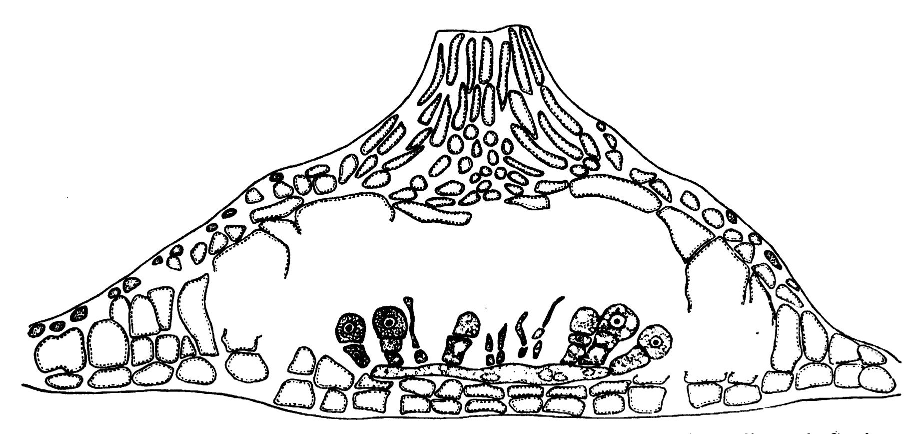


Fig. 8. *Melobesia limitata.* Querschnitt eines Konzeptakels mit Fusionszelle und Gonimoblasten mit reifen Karposporen. — × 530.

man also die Karposporen in mehreren konzentrischen, mehr oder weniger vollständigen Kreisen liegen. Dies Verhältnis dürfte ein nicht unwichtiges Merkmal für *M. limitata* sein (vgl. oben). Die Gonimoblastfäden sind bei *M. limitata* recht kurz. Die äussersten Zellen werden zu Karposporen entwickelt (Fig. 8).

Die Entwicklung der Spermatangien. Die Entwicklung der männlichen Konzeptakeln stimmt völlig mit der von *M. Lejolisii* überein. Fig. 9 A stellt eine junge männliche Konzeptakelanlage und Fig. 9 B ein fertiges Konzeptakel dar. Auf dem zweischichtigen Boden stehen die Spermatangienmutterzellen, die durch schiefe Wände Spermatangien abschneiden.

Rosenvinge (l. c. S. 247) gibt eine richtige Darstellung der Entwicklung. Er hebt hervor, dass die langen Sterigmen, die laut ihm und Weber-van Bosse bei *M. Lejolisii* vorkommen sollten, hier fehlen. Diesen angeblichen Unterschied zwischen *M. Lejolisii* und *M. limitata* fasst Rosenvinge (l. c. S. 248) als arttrennendes Merkmal auf. Wie oben (S. 11) gezeigt worden ist, werden die Spermatangien bei

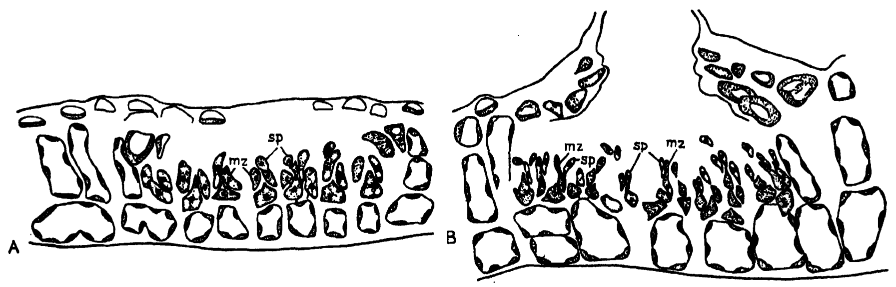


Fig. 9. *Melobesia limitata.* Entwicklung der Spermatangien; Querschnitte. *A* Junges, männliches Konzeptakel. *B* Reifes, männliches Konzeptakel. — *mz* Spermatangiummutterzelle; *sp* Spermatangium. — × 630.

Fig. 10. *Melobesia limitata.* Sporangienentwicklung; Querschnitte. *A-B* Konzeptakelanlagen mit jungen Sporangien. *C* Konzeptakel mit reifen Tetrasporangien. *D* Tetrasporangien nebst Stielzellen. *E* Konzeptakel mit reifen Bisporen. — *sp* Sporangium; *stz* Stielzelle. — *A*, *B*, *D* × 630; *C*, *E* × 400.

M. Lejolisii normalerweise nicht an langen Sterigmen gebildet. Die Spermatangienbildung ist also bei den beiden Arten dieselbe.

Die männlichen Konzeptakeln sind auch hier sehr klein und erheben sich nicht oder nur sehr wenig über die Thallusoberfläche. Das Schleimrohr fehlt oft.

Die Entwicklung der Tetrasporen. Die jungen Konzeptakelanlagen habe ich an verschiedenen Präparaten studieren können. Wie bei *M. Lejolisii* stehen die Sporangienanlagen im allgemeinen auf der zweiten Thallusschicht (Fig. 10 A u. B). Es sind anfangs kurze, etwas kegelförmige Zellen mit dichtem Plasma und einem grossen Kern. Die darunterliegende Zelle kann inhaltreicher sein und bildet dann eine Stielzelle (Fig. 10 A). In diesem Fall könnte man die Erklärung annehmen, dass die Sporangienanlage ursprünglich von der basalen Zelle der Thallusscheibe erzeugt worden sei, und dass sie dann eine Stielzelle nach unten abgeschnitten habe. Zwischen den Sporangienanlagen stehen aufrechte sterile Fäden. Die Zellen, die eine Gruppe von Sporangienanlagen und dazwischenliegenden sterilen Fäden umgeben, biegen sich ein wenig über die erwähnte Gruppe ein und erzeugen Zellfäden, die über sie hinauswachsen und einen Teil des Konzeptakeldaches bilden. An der Dachbildung beteiligen sich auch Zellen aus den sterilen Fäden (Fig. 10 B).

Fig. 10 C zeigt einen Sporangienbehälter mit reifen Tetrasporangien. Die Sporangien stehen über den ganzen Boden verstreut und haben die dazwischenliegenden sterilen Zellfäden ganz verdrängt. Die Sporangienkonzeptakeln gleichen in Grösse und Form den weiblichen. Gemessene Behälter hatten einen inneren Diameter von 150—240 μ und eine Höhe von 105—225 μ. Bei *M. Lejolisii* betrug die Höhe einiger gemessenen Konzeptakeln nur 45—80 μ. Der Boden ist im allgemeinen zweischichtig, bisweilen drei- bis vierschichtig. Das Dach ist ziemlich dick und das Peristom wohlentwickelt. Die Anzahl völlig entwickelter Sporangien in jedem Konzeptakel scheint zwischen 10 und 40 zu wechseln, ist also erheblich grösser als bei *M. Lejolisii*.

Statt Tetrasporen können auch bei dieser Art Bisporen erzeugt werden (Fig. 10 E).

Lithophyllum expansum.

Material: Banyuls-sur-Mer, Pyrénées-Orientales, Französische Mittelmeerküste, Anfang Juni 1935. Junge fertile Krusten an *Cystoseira* und Spongien, in einer Tiefe von 15—20 m. haftend.

Diese Art wurde von Philippi (1837) aufgestellt und kommt dann in den meisten wichtigeren systematischen Corallinaceen-Arbeiten unter diesem Namen vor, z. B. bei Solms-Laubach (1881), Hauck (1885), Foslie (On Lith. 1897, Rev. syst. surv. 1900, 1909 und 1929) und De-Toni (1904 u. 1924). Heydrich (1904) stellt sie als typische Art einer neuen Gattung *Stereophyllum* auf (siehe des weiteren unten). Betreffs der Nomenklatur vergleiche ferner Lemoine (1911 u. 1924).

Die Art ist dem Mittelmeer eigen. Die f. *typica,* auf welche sich meine Untersuchung bezieht, hat immer ein sehr charakteristisches Aussehen (siehe FUNK 1927 Taf. X u. XIII, u. FOSLIE 1929 Taf. LX). Der Thallus besteht aus grossen, flachen, blattartigen Krusten von rundlichem Umriss. Sie sind sehr dünn; besonders charakteristisch ist der ebene, fast messerscharfe Thallusrand, der frei absteht. Die Kruste ist nämlich nur an einem kleinen Teil ihrer Unterseite auf dem Substrat befestigt. Ältere Exemplare liegen ganz lose. Durch Prolifikationen können neue Blätter erzeugt werden, die einander wie Schuppen überlagern. Wie LEMOINE (l. c. S. 178) angibt, sind nur die jungen Individuen fertil. Die Konzeptakeln sind beinahe ganz flach, man erkennt sie aber leicht an der deutlichen Pore ihres Scheitels.

Anatomie. Beiträge zur Kenntnis des Thallusaufbaus von *Lithophyllum expansum* haben u. a. SOLMS-LAUBACH (1881), HEYDRICH (1904), PILGER (1908) und vor allem LEMOINE (1911) geliefert. Die Literatur gibt aber keine lückenlose Darstellung der Anatomie. Wie bei allen *Lithophyllum*-Arten setzt sich der Thallus aus einem Hypothallium und einem Perithallium zusammen. Nach der Entwicklung dieser zwei Schichten bei verschiedenen Arten teilt LEMOINE (l. c. S. 115) die Gattung in vier Sektionen ein. Bei *Lithophyllum expansum* und einigen anderen Arten ist das Hypothallium stark reduziert und besteht nur aus einer einzigen Zellschicht (Fig. 11 A). Die Art wäre demnach in LEMOINES vierte Sektion einzureihen, die durch einschichtiges Hypothallium gekennzeichnet ist. Aus anderen Gründen (siehe weiter unten) teilt ihr LEMOINE eine freie Stellung ausserhalb der Sektionen zu.

Das Hypothallium bildet eine Basalscheibe, die aus radial verlaufenden Zellreihen zusammengesetzt ist. Es unterscheidet sich nur sehr wenig von dem Perithallium. Die Zellen stehen etwas schräg und haben, wie man es an meinen Präparaten sieht, keine Chromatophoren.

Der radiale Zuwachs findet am Rande statt. Der Thallus ist hier einschichtig, und die Scheitelzellen der Zellreihen, die inhaltreich sind und oft stark gefärbte Nahrungskörner führen, teilen sich mit tangentialen Wänden (Fig. 11 A u. B).

Schon die zweite Zelle schneidet eine Deckzelle ab (Fig. 11 B), die im radialen Querschnitt dreieckig ist. PILGERS (l. c. S. 250) Angabe, dass *Lithophyllum expansum* keine Deckzellenschicht besitze, ist ganz falsch.

Nach Abscheidung der Deckzelle teilt sich die Basalzelle durch eine waagerechte Wand in zwei Zellen, von denen die untere die Hypothalliumzelle ist. Die obere, höhere Zelle stellt den Ausgangspunkt einer aufsteigenden Zellreihe des Perithalliums dar. Dass die aufrechten Zellreichen in dieser Weise und nicht durch Teilungen in den Hypothalliumzellen erzeugt werden, zeigen einwandfrei meine Figuren 11 B u. C. In der letzten Figur sieht man die Kernteilung der oberen Zelle. Das weitere Dickenwachstum verläuft auf dieselbe Weise durch Teilungen der unmittelbar unter den Deckzellen liegenden Zellen, die stets plasmareicher sind als die tiefer unten liegenden Perithalliumzellen. Laut LEMOINE (l. c. S. 177) sollen die Zellen der oberen Schichten ziemlich niedrig sein, sich dicht aneinander schmiegen und eine Art Rinde (»écorce») bilden. Eine solche Bildung habe ich kaum gesehen, vielleicht weil ich nur junge Krusten untersucht habe. Die Zellreihen des Perithalliums

stehen am Rande ziemlich dicht beieinander, weiter nach innen sind sie, entgegen der Regel für *Lithophyllum*, oft mehr oder minder voneinander getrennt (Fig. 11 D). Die Zellen verschiedener Reihen liegen einigermassen auf demselben Niveau, sie schliessen sich aber nie zu den distinkten transversalen Reihen zusammen, die sonst für *Lithophyllum* charakteristisch sein sollen (LEMOINE, l. c. S. 179). Diesen beiden anatomischen Merkmalen legt LEMOINE (l. c. S. 173 u. 179) meines Erachtens eine gar zu grosse Bedeutung bei, da sie erwägt, die Art aus der Gattung *Lithophyllum* auszubrechen, während sie gleichzeitig angibt, dass die Reproduktionsorgane vom *Lithophyllum*-Typus sind (vgl. oben). — Später reiht LEMOINE (1924) die Art in die von ihr (1913 Mél. Rév.) aufgestellte Gattung *Pseudolithophyllum*.

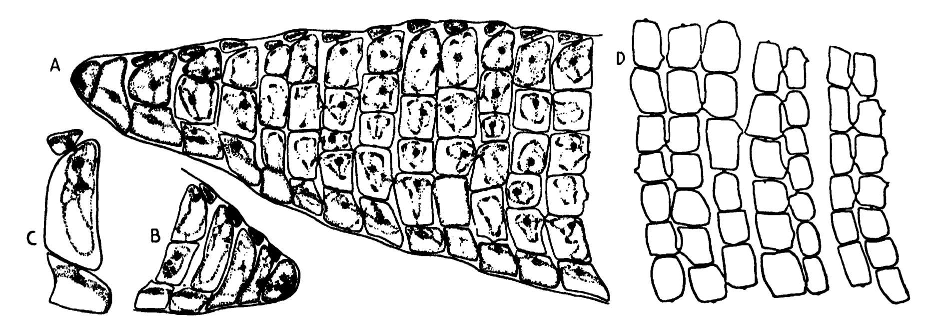


Fig. 11. *Lithophyllum expansum*. Der vegetative Bau. *A-B* Radiale Querschnitte des Thallusrandes; *A* die direkten sekundären Tüpfel zeigend. *C* Detail eines Thallusquerschnittes, die Kernteilung der ersten Perithalliumzelle zeigend. *D* Querschnitt eines älteren Perithalliums. — *A-B*, *D* × 360; *C* × 570.

In den Zellreihen sowohl im Hypo- als auch im Perithallium gibt es wie gewöhnlich bei den Florideen zwischen den Zellen primäre Tüpfelverbindungen. Zwischen Zellen benachbarter Reihen treten Verbindungen sekundär auf. ROSENVINGES (1917 S. 210) Angaben über diese Verbindungen bei *Lithophyllum*-Arten gaben mir die Anregung zu einem näheren Studium derselben bei *Lithophyllum expansum*. ROSENVINGE bezeichnet diese sekundären Verbindungen in der Gattung *Lithophyllum* als »pits», d. h. Tüpfelverbindungen. Bei den untersuchten dänischen Corallinaceen sollen solche Tüpfel nur bei den *Lithophyllum*-Arten auftreten. Bei allen anderen Corallinaceen sollen nur direkte Fusionen zwischen Zellen benachbarter Reihen vorkommen. Er misst auch diesen Tüpfelverbindungen einen wichtigen systematischen Wert bei und meint, dass dies Merkmal für die Abgrenzung der Gattungen *Lithophyllum* und *Melobesia*, die einander sonst so gleich sind, das sicherste sei. ROSENVINGE konnte an seinem Material die Entstehung der Tüpfel nicht klarlegen; er teilt mit, dass sie in einem frühen Stadium gebildet werden, und vermutet, dass sie in ähnlicher Weise wie bei den Rhodomelaceen entstehen. Das Material, das ich für meine Untersuchung benutzte, war in der Fixierflüssigkeit »Susa» fixiert worden. Die Präparate wurden mit Hämatoxylin und Lichtgrün gefärbt. In

diesen Präparaten traten die Zellkerne deutlich hervor. Die Figuren 11 A und D geben über die Tüpfelverbindungen und ihre Entstehung nähere Auskunft. In den Präparaten sieht man in jedem Tüpfel eine sehr stark gefärbte Platte, an welcher das Plasma der beiden Zellen anliegt. Das Aussehen dieser Tüpfel ist demjenigen der primären gleich. Die Bildung hängt aber mit keiner Zellteilung zusammen. Der Tüpfel ist sekundär.

Die früher beschriebenen sekundären Tüpfel, die unter den Florideen hie und da, z. B. bei den Rhodomelaceen vorkommen, kommen in der Weise zustande, dass von einer der zwei sich verbindenden Zellen eine kleine Zelle abgeschieden wird, die nachher mit der anderen verschmilzt. Der primäre Tüpfel zwischen der ersten und der kleinen vermittelnden Zelle stellt den sekundären Tüpfel dar. Die Zelle, mit der die kleine abgeschiedene Zelle verschmilzt, bekommt einen Extrakern. Trotz eifrigen Suchens habe ich in den Präparaten an keiner Stelle solch eine vermittelnde Zelle gesehen, auch nicht Zellen mit mehr als einem Kern. Ich halte es darum für sicher, dass die sekundären Tüpfel bei *Lithophyllum* direkt entstehen. Dies ist eine früher nicht bekannte Bildungsweise, und ich möchte vorschlagen, diese Tüpfel direkte sekundäre Tüpfel zu nennen. Die früher bekannten sekundären Tüpfel möchte ich dann indirekte sekundäre Tüpfel nennen. — In den älteren Thallusteilen, wo die Zellreihen oft ein wenig getrennt liegen, wird die Tüpfelverbindung kanalförmig ausgezogen (Fig. 11 D). Vgl. PILGER (l. c. S. 253) und LEMOINE (l. c. S. 36). — Was den feineren anatomischen Bau der Tüpfel betrifft, verweise ich auf die Literaturdiskussion bei KYLIN (1937 S. 29—33). Wahrscheinlich entspricht die stark gefärbte Platte, die ich in den Tüpfeln gesehen habe, den Platten, welche laut SCHMITZ' Auffassung als Differenzierungen des wandständigen Protoplasmas an jeder Seite der Schliesshaut ausgebildet werden.

In einer Arbeit »Über Corallinaceae von Annobon» macht PILGER (1919) einige Bemerkungen über die Zellwand und die Verbindung der Zellen bei den Corallinaceen. Er teilt dabei u. a. mit, dass er bei folgenden *Lithophyllum*-Arten eine Verbindung der Längsreihen durch Tüpfel gefunden hat: *L. Kotschyanum, L. Mildbraedii* und *L. cystosirae*. Die Tüpfelverbindungen traten in Präparaten, die mit Rutheniumrot gefärbt worden waren, sehr deutlich hervor. PILGER hält auch die Unterscheidung zwischen der Verbindung mittels Tüpfeln und der offenen Verbindung durch Resorbierung der Längswände für systematisch wichtig (l. c. S. 435). — Schon KOHL (1889 S. 149) richtete die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen von Tüpfeln in den Längswänden bei einigen von ihm untersuchten Corallinaceen, u. a. *Melobesia* (*Lithophyllum*) *cystosirae* und *Lithophyllum expansum*.

Die Entwicklung der Prokarpien vor der Befruchtung. Die Entwicklungsgeschichte der geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane der Gattung *Lithophyllum* ist bisher nur unvollständig bekannt. *Lithophyllum expansum* bietet für eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung durch die Dünnheit ihrer Krusten ein geeignetes Material. Über die Entwicklung der weiblichen Organe dieser Art liegen Untersuchungen von SOLMS-LAUBACH (1881) und HEYDRICH (1904) vor.

Die Arbeit des letztgenannten möchte ich ohne weiteres beiseite lassen, so unhaltbar sind seine Angaben. Und doch gründet HEYDRICH auf diese Untersuchung das Aufstellen seiner neuen Gattung *Stereophyllum*! SOLMS' Arbeit dagegen gibt gute Beiträge zur Kenntnis der weiblichen Organe. Besonders gilt dies für die Entwicklung nach der Befruchtung (SOLMS, Taf. II, Fig. 31). Die jüngeren Stadien hat er

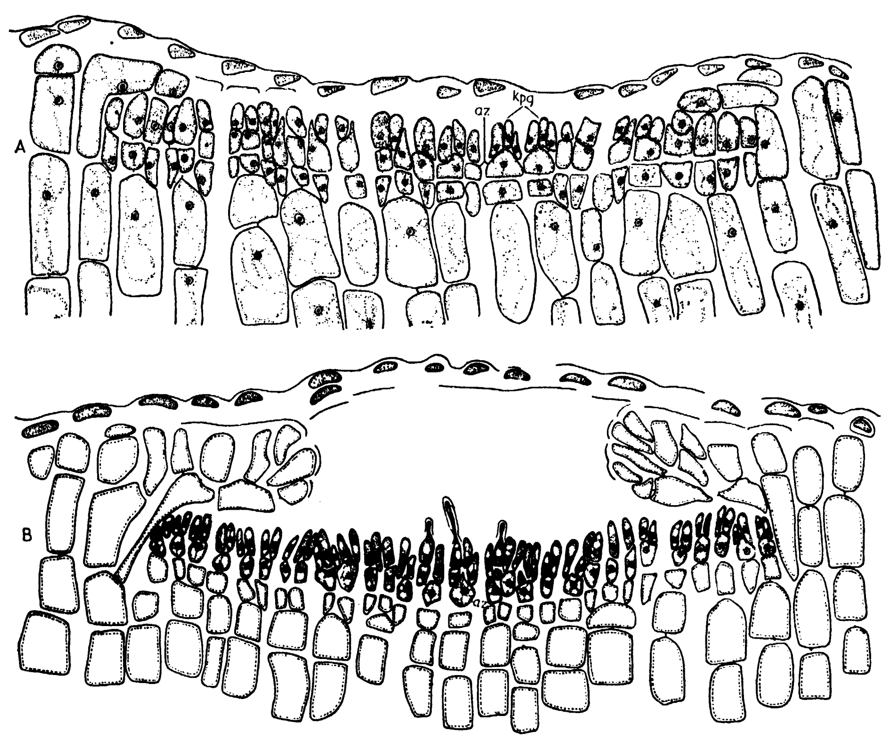


Fig. 12. *Lithophyllum expansum*. Entwicklung des weiblichen Konzeptakels; Querschnitte. *A* Junge Konzeptakelanlage mit Auxiliarzellen und Karpogonastanlagen. *B* Konzeptakel mit Auxiliarzellen und in der Mitte jungen Karpogonästen. — *az* Auxiliarzelle: *kpg* Karpogonastanlage. — × 560.

aber nicht studieren können, da er zu weit entwickeltes Material gehabt hat. Selbst ist es mir gelungen, ein sehr gutes Material mit jungen Stadien zu finden, und ich kann hier eine Darstellung der ganzen Entwicklung vorlegen.

Die Prokarpienentwicklung erinnert stark an die der *Melobesia*. Fig. 12 A zeigt eine junge Konzeptakelanlage. Durch Teilungen der oberflächlichen Thalluszellen entwickeln sich fertile Astbüschel mit einer Basalzelle, die später als Auxiliarzelle funktioniert, und von dieser ausgehend je zwei, oft drei (selten eine) Anlagen zu Karpogonästen. In jedem Astbüschel teilt sich eine dieser Anlagen, und

die dadurch erzeugte obere Zelle wird zum Karpogon, das allmählich eine sehr lange Trichogyne treibt (Fig. 12 B u. 13). Im befruchtungsfertigen Stadium besitzt also jeder Büschel einen zweizelligen Karpogonast und daneben oft eine oder zwei einzellige Anlagen, die sich nicht weiter entwickeln. Wie bei *Melobesia* geht auch hier die Entwicklung im Zentrum des Konzeptakels rascher als in der Peripherie. Am Rande entwickeln sich nie fertige Karpogonäste (Fig. 13). Während der Prokarpienbildung strecken sich die umgebenden sterilen Zellen, biegen

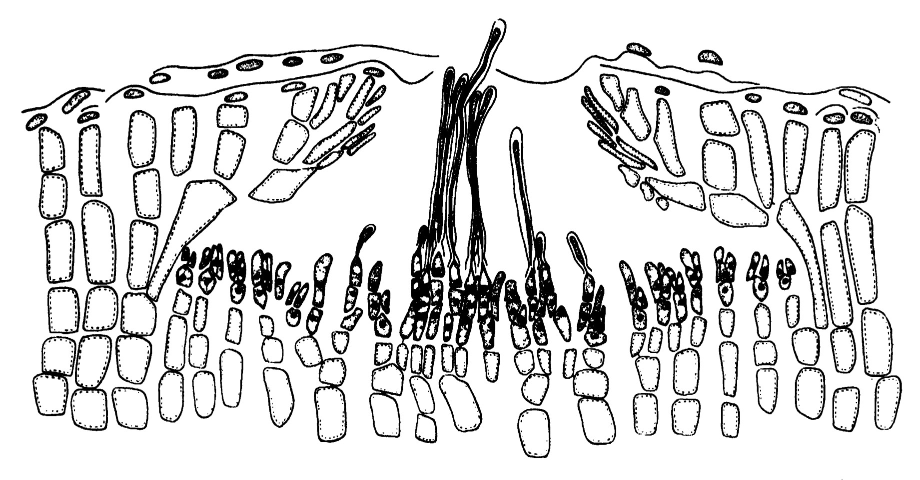


Fig. 13. *Lithophyllum expansum.* Konzeptakel mit befruchtungsreifen Prokarpien. — × 560.

sich ein wenig über die fertilen (Fig. 12 A) und bilden durch Teilungen das Dach des Konzeptakels.

Die Konzeptakeln sind sehr breit und treten als flache Erhebungen über den Thallus hervor.

Die Entwicklung der Prokarpien nach der Befruchtung. Nach der Befruchtung eines Karpogons dürfte wie bei *Melobesia* ein diploider Kern in eine Auxiliarzelle übertragen werden. Die Auxiliarzellen verschmelzen dann alle zu einer grossen, scheibenförmigen Fusionszelle. In dieser habe ich teils kleine, teils grössere Kerne beobachtet, die ich als die haploiden bzw. diploiden betrachte (Fig. 14). Auf der Oberseite stehen die sich in Degeneration befindenden Karpogonäste und die obenerwähnten einzelligen Anlagen, welch letztere oft eine keulenförmige Gestalt annehmen.

Die Entwicklung der Gonimoblasten. Die Gonimoblastfäden sprossen von der Peripherie der Fusionszelle aus. Wie Solms (l. c. S. 61) richtig bemerkt, geschieht dies nicht direkt vom Rande, sondern von der Unterseite ein bischen nach innen (Fig. 14 u. 15). Die Gonimoblasten entwickeln sich erst schräg nach unten und verdrängen dabei in der Peripherie die Zellen des Konzeptakelbodens.

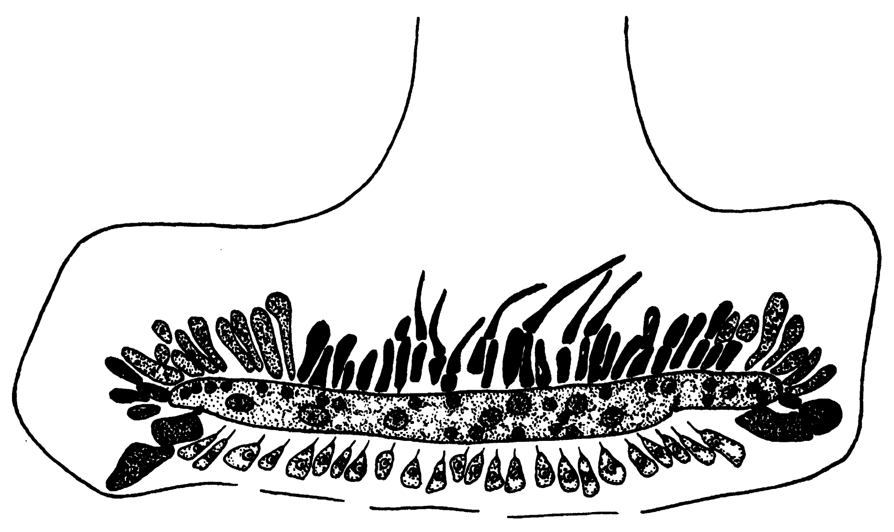


Fig. 14. *Lithophyllum expansum.* Konzeptakelhöhle, Fusionszelle mit diploiden und haploiden Kernen nebst aussprossenden Gonimoblasten enthaltend. — ×800.

Fig. 15. *Lithophyllum expansum.* Querschnitt eines Konzeptakels mit reifen Gonimoblasten. — × 310.

Dann biegen sie nach oben und innen um und entwickeln je mehrere Karposporen (Fig. 15). In einigen Fällen habe ich verzweigte Karposporenketten beobachtet. Durch das Verdrängen der genannten Zellen erscheint die Bodenfläche im Zentrum gehoben. Während der Gonimoblastentwicklung dauert der Zuwachs der dachbildenden Zellreihen dem der übrigen Perithalliumreihen parallel an, wodurch das Konzeptakel schliesslich ziemlich tief im Thallus zu liegen kommt.

Die Entwicklung der Spermatangien. Über die Bildung der männlichen Organe haben Solms-Laubach (l. c. S. 62) und Heydrich (l. c. S. 197) einige Angaben geliefert, ohne die Entwicklung in allen Einzelheiten klarzulegen. Die Art ist diözisch. Die Entwicklung ist der von *Melobesia* gleich. Fig. 16 A zeigt eine Konzeptakelanlage. An der Oberfläche entwickeln sich Zellbüschel, deren Basalzellen Spermatangienmutterzellen tragen, die mit schiefen Wänden abgeschnitten worden sind. Die Spermatangienmutterzellen trennen, ebenfalls durch schiefgestellte Wände, nach zwei Seiten Spermatangien ab, die langgestreckt sind (Fig. 16 A, B u. C). Wahrscheinlich werden die Spermatangien als solche von ihren Mutterzellen abgelöst (siehe näher unter *Corallina rubens*). Das Protoplasma zieht sich von dem hinteren Teil des freien Spermatangiums zurück und lässt die Wand frei (Fig. 16 D). Diese Wandpartie dürfte dem von Solms genannten einseitigen Schwanz des Spermatiums entsprechen. Wie die Figuren zeigen, ist der Kern des Spermatangiums in Teilung begriffen (vgl. unten bei *Corallina rubens*).

Die fertilen Büschel bekleiden nur den Boden des Konzeptakels. Solms gibt an, dass sie daneben oft mehr oder minder auf die Innenwand der Decke übergreifen. Dies habe ich aber nie gesehen. Der Angabe Solms', dass zwischen den fertilen Elementen sterile eingemischt seien, kann ich ebenfalls nicht beistimmen.

Die männlichen Konzeptakeln sind kleiner als die weiblichen und besonders niedrig. Interessant war die Feststellung, dass das Ostiolum bisweilen wie bei den untersuchten *Melobesia*-Arten in ein langes Schleimrohr übergeht. In älteren Thallusteilen sieht man oft tief liegende, überwachsene Konzeptakeln.

Solms-Laubach (l. c. S. 62) berichtet, dass die Mehrzahl der Thalli tetrasporisch seien. Von weiblichen Individuen hatte er nur zwei Exemplare gefunden. Lemoine (l. c. S. 178) zitiert Solms und gibt an, dass die sexuelle Reproduktion bei *Lithophyllum expansum* sehr selten sei. Nach Untersuchung meines Materials von jungen Individuen aus Banyuls kann ich dieser Auffasung nicht beistimmen. Geschlechtspflanzen waren da gar nicht selten, sie scheinen vielmehr ungefähr in derselben Anzahl wie die ungeschlechtlichen vorzukommen.

Die Entwicklung der Tetrasporen. Über die Tetrasporenkonzeptakeln von *Lithophyllum expansum* haben Solms-Laubach (1881), Heydrich (1904), Pilger (1908) und Lemoine (1911) berichtet. Keiner dieser Verfasser, Heydrich vielleicht ausgenommen, hat aber die jungen Anlagen gesehen. Fig. 17 A stellt einen vertikalen Schnitt durch eine junge Konzeptakelanlage dar. Die Tetrasporangienmutterzellen stehen im Schnitte nicht gleichförmig auf den definitiven Boden verteilt, sondern in drei Gruppen, eine in der Mitte und je eine an den Seiten. Zwischen diesen Gruppen stehen sterile Zellen, die sich teilen und aufsteigende

Fäden erzeugen, die über die Sporangienmutterzellen emporragen. Zusammen mit den peripheren sterilen Zellen bilden sie das Dach des Konzeptakels. Die peripheren Sporangienanlagen teilen sich in normaler Weise und ergeben je vier Tetra-

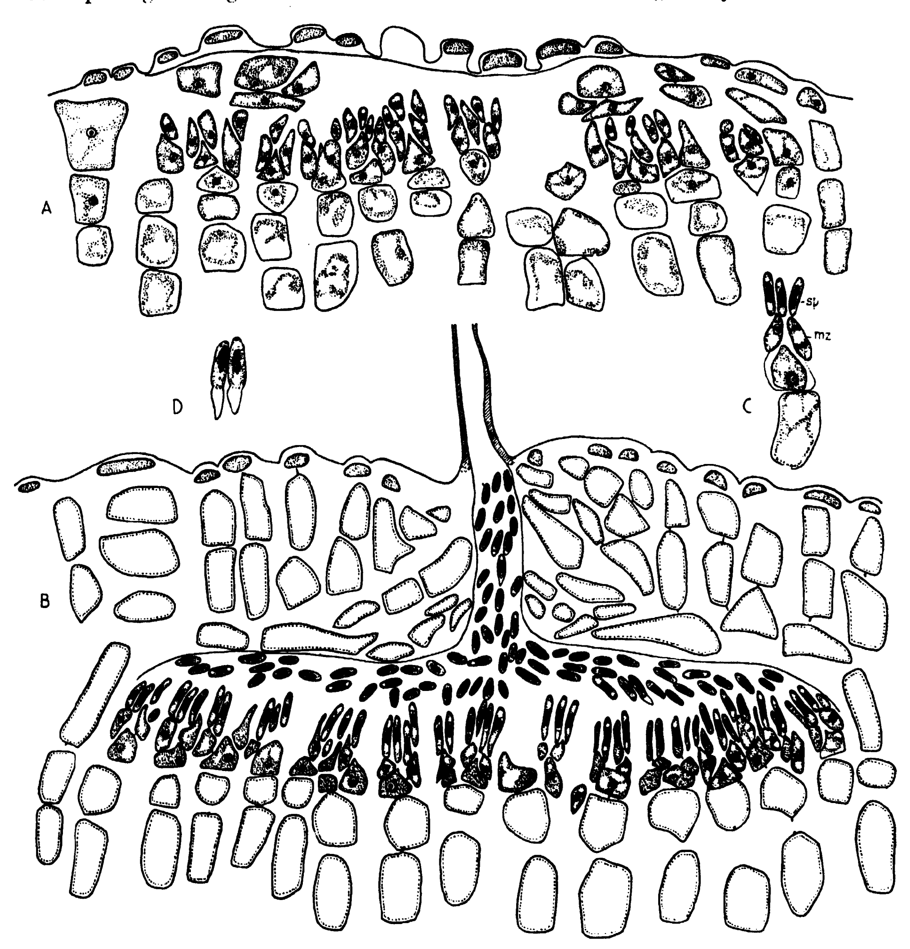


Fig. 16. *Lithophyllum expansum.* Entwicklung der Spermatangien. *A* Querschnitt einer männlichen Konzeptakelanlage. *B* Querschnitt eines männlichen Konzeptakels mit reifen Spermatangien. *C* Spermatangienbildung. *D* Freie Spermatangien mit Anhängsel. — *mz* Spermatangienmutterzelle; *sp* Spermatangium. — *A-B* × 850; *C* × 980; *D* × 1100.

sporen (Fig. 17 C). Die mittlere Gruppe aber wird steril, die Zellen teilen sich nicht, sondern strecken sich in die Länge und werden schliesslich mehr oder weniger haarförmig ausgezogen (Fig. 17 B). Oft zeichnen sie sich vor den ge-

wöhnlichen sterilen Zellen lange durch ihren Plasmareichtum aus. Sie stehen in den fertigen Konzeptakeln immer auf einer zentralen Erhöhung der Konzeptakularbasis, die wohl in erster Linie dadurch zustande kommt, dass die reifen Tetrasporangien die unter ihnen liegenden Zellschichten verdrängen (Fig. 17 C u. D). Die zentralen Haare betrachtet PILGER (l. c. S. 258) als Reste von Zellen, die

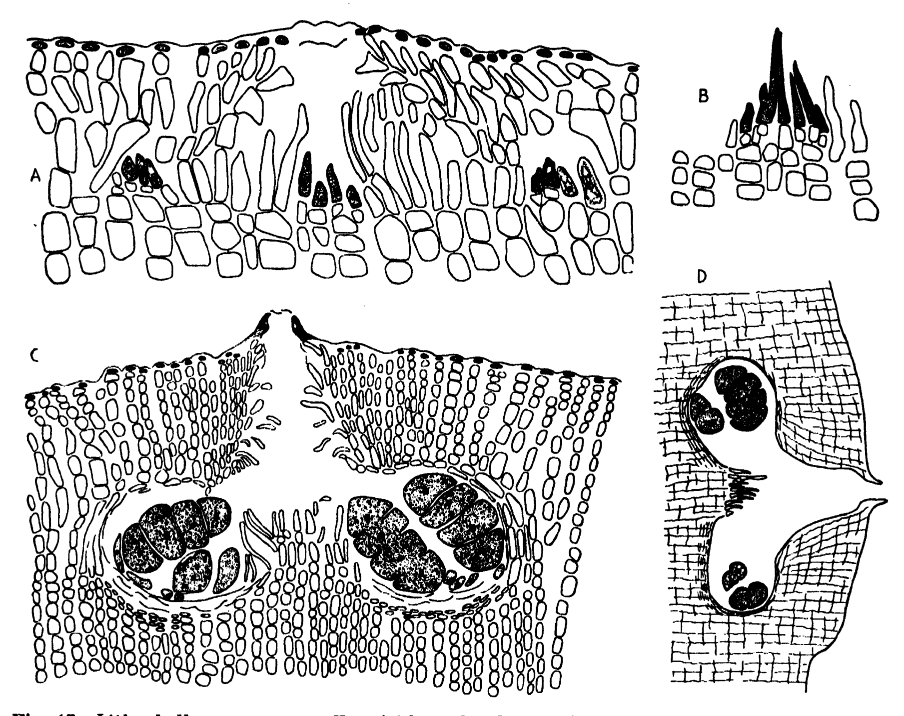


Fig. 17. *Lithophyllum expansum.* Entwicklung der Sporangien; Querschnitte. *A* Konzeptakelanlage mit jungen Sporangien. *B* Die paraphysenähnliche Entwicklung der mittleren Gruppe von Sporangienanlagen. *C* Konzeptakel mit reifen Tetrasporen. *D* Konzeptakel, reife Tetra- und Bisporen enthaltend. — *A-C* × 340; *D* × 115.

ursprünglich eine Verbindung der Ober- und Unterseite des Konzeptakels herstellen sollen. Wie aus meiner Darstellung und Fig. 17 A hervorgeht, kann PILGERS Auffassung nicht richtig sein. HEYDRICH (l. c. S. 198) hat die Sache richtig aufgefasst. Er teilt mit, dass »ein Bündel steriler Tetrasporangienmutterzellen» im Zentrum dauernd stehen bleibt. FOSLIE (1900) gibt als Merkmal der Gattung *Litophyllum* an, dass die zentrale Erhöhung erst mittels eines parenchymatischen Zapfens mit dem Dach verbunden sei. Dieser Zapfen ende in der Mitte nach oben in einem gallertartigen Pflock. Später löse sich der Zapfen auf, und der Pflock verschwinde. Ich habe bei *Lithophyllum expansum* diese Merkmale nicht gesehen.

An der Basis der reifen Tetrasporangien sieht man in den Präparaten oft eine kleine abgerundete, inhaltreiche Zelle, die wohl als Stielzelle zu deuten ist (Fig. 17 C). Sie dürfte wohl der kleinen Zelle unmittelbar unter den Sporangienanlagen in Fig. 17 A entsprechen, obwohl diese Zelle in den Präparaten sich kaum von den normalen Thalluszellen unterscheidet.

In einigen Präparaten, die ein und derselben Fixierung gehörten, fand ich Konzeptakeln mit Bisporen. Bisweilen kamen diese zusammen mit Tetrasporen in demselben Behälter vor (Fig. 17 D). Das Vorkommen von Bisporen bei *Lithophyllum expansum* haben früher PILGER (l. c. S. 258 u. Taf. 15) und LEMOINE (l. c. S. 178) erwähnt. In einem jüngst erschienenen Aufsatz teilt BAUCH (1937 S. 383) mit, dass er an Material aus dem Golfe von Neapel im allgemeinen nur Tetrasporen fand. In einem Falle fand er eine Bispore, die aber vier Kerne enthielt. Jede Einzelspore hatte zwei Kerne in Querlage. In meinen Präparaten hatten die Bisporen nur zwei Kerne.

Corallina officinalis.

Material: Kristineberg, Westküste von Schweden, Mai 1933.

Diese wohlbekannte, weit verbreitete Alge, die schon LINNÉ (1761 S. 539) beim Namen nannte, ist von mehreren Forschern untersucht worden. Systematische und morphologische Beiträge haben u. a. KÜTZING (1843 u. 1858), HARVEY (1849), ARESCHOUG (1851—52), HAUCK (1885), YENDO (1902 u. 1905) und ROSENVINGE (1917) geliefert. Anatomische Angaben finden wir, ausser in den genannten Arbeiten, bei KNY (1872), NELSON u. DUNCAN (1876), YENDO (1904) und OLTMANNS (1904 u. 1922). Speziell entwicklungsgeschichtliche Beiträge haben GUIGNARD (1889), DAVIS (1898) und YAMANOUCHI (1913 u. 1921) geliefert. In diesem Zusammenhang sind auch die schönen Arbeiten von THURET u. BORNET (1878) und SOLMS-LAUBACH (1881) über die Entwicklungsgeschichte der sehr nahestehenden Art *Corallina mediterranea* zu nennen. Durch alle die genannten Arbeiten kennen wir die Morphologie und Anatomie von *Corallina officinalis* recht gut. Was die Entwicklungsgeschichte betrifft, ist unsere bisherige Kenntnis lückenhafter. Dies dürfte die vorliegende Untersuchung motivieren.

Ehe ich zu meiner eigenen Untersuchung übergehe, möchte ich in aller Kürze eine Darstellung der äusseren Gestalt von *Corallina officinalis* geben. Der Thallus besteht aus einem aufrechten, verzweigten, mehr oder minder regelmässig fiederigen Spross, der von einer krustigen Heftscheibe ausgeht. Der Spross ist mit Gelenken versehen. Diese, die Genicula, sind unverkalkt, während die Zwischenglieder, die Articuli, Kalk führen. Die drei Arten von Konzeptakeln kommen nur an verschiedenen Individuen vor. Die Art ist also diözisch. Die Konzeptakeln sind entweder terminal, in den Enden kürzerer oder längerer Zweige gelegen, oder lateral, an den Gliedern sitzend, im letzten Falle oft dicht gehäuft.

Die Tetrasporen tragenden Pflanzen überwiegen an Anzahl beträchtlich die Geschlechtspflanzen. THURET u. BORNET (l. c. S. 95) teilen mit, dass bei Biarritz die letztgenannten Individuen von *Corallina mediterranea* kaum ein Zehntel sämtlicher Exemplare betrugen. Für *C. officinalis* sollte an demselben Ort die Disproportion noch grösser sein. SOLMS-LAUBACH (l. c. S. 5) gibt auch für *C. mediterranea* im Golfe von Neapel ein ähnliches Verhältnis an. In den dänischen Gewässern scheinen nach ROSENVINGE (l. c. S. 273) die Sporophyten von *Carollina officinalis* zahlreicher als die Gamophyten zu sein. Ich selbst habe die gleiche Beobachtung an der schwedischen Westküste gemacht, und ich möchte betonen, dass die Disproportion hier sehr ausgesprochen zu sein scheint. Ich habe im Mai mehrere Tage lang Hunderte und aber Hunderte von Exemplaren durchmustert und trotzdem nur einige wenige Geschlechtspflanzen gefunden.

Anatomie. Der aufrechte Spross von *Corallina officinalis* ist nach dem Springbrunnentypus aufgebaut. Der Zentralkörper besteht aus langgestreckten Zellen, deren Enden in gleicher Höhe stehen. Die peripheren Zellen des Zentralbündels biegen nach auswärts und geben Seitenzweige ab, welche die Rinde erzeugen. Im Scheitel haben die Zellen keine Deckzellen (vgl. SOLMS, l. c. S. 29). Diese werden erst in einiger Entfernung vom Scheitel abgeschieden (Fig. 21). Die Verzweigung kommt dadurch zustande, dass am Scheitel kleine Höckerchen hervortreten. Von diesen pflegt das mittlere die Hauptachse fortzusetzen, die seitlichen werden zu Seitenzweigen. Die jungen Seitenzweige wie auch das mittlere Höckerchen werden durch Gelenke früh von dem Mutterglied getrennt. Die Gelenkbildung schildert OLTMANNS (1922 S. 269—271) eingehend und gibt gute Abbildungen davon. Das fertige Gelenk besteht aus einem Bündel von sehr langen, schmalen, aber sehr dickwandigen Zellen. Die Zellwände färben sich sehr stark mit Hämatoxylin. Meine Tafel I, Fig. 1 zeigt eine Sprossspitze, die soeben ein Gelenk gebildet hat. Die Scheitelzellen sind sehr plasmareich und stehen im Begriff, den Zuwachs des Sprosses fortzusetzen. SOLMS' (l. c. S. 28) Angabe, dass sich die Gelenkzellen durch feine Querwände teilten, ist von YENDO (1904) und ROSENVINGE (1917) nicht bestätigt worden. Ich selbst habe auch keine Querteilungen gesehen.

Ausser der normalen Verzweigung mit Gelenkbildung kann eine weitere Bereicherung des Verzweigungssystems durch Auftreten adventiver, an beliebigen Stellen der Rinde entstehender Sprosse zustande kommen (SOLMS, l. c. S. 29). Als solche Adventiväste sind wohl die lateralen, sitzenden Konzeptakeln zu deuten (Taf. I, Fig. 2).

THURET u. BORNET (l. c. Taf. 49, Fig. 2 u. 4) bilden für *Corallina mediterranea* oberflächliche hyaline Haare ab. Bei *C. officinalis* haben NELSON u. DUNCAN (l. c. S. 204 u. Taf. 27, Fig. 2) in einigen seltenen Fällen gleichartige Bildungen beobachtet. ROSENVINGE (l. c. S. 272) fand bei der dänischen *C. officinalis* nie Haarbildungen, und selbst habe ich in keinem Falle Haare gesehen. Der Art scheinen also hyaline Haare typisch zu fehlen.

Die Entwicklung der Prokarpien vor der Befruchtung. Wie schon oben erwähnt, haben THURET u. BORNET (1878) und SOLMS-LAUBACH (1881) der Kon-

zeptakelentwicklung bei *Corallina mediterranea* gute Untersuchungen gewidmet. Besonders eingehend ist die Arbeit von SOLMS, welche für die Kenntnis der Entwicklungsgeschichte der Corallinaceen klassisch geworden ist. SOLMS benutzte für sein Studium sowohl entkalkte als auch unentkalkte Schnitte und daneben auch aus den Konzeptakeln frei präparierte Fruktifikationsorgane.

Die Konzeptakeln entwickeln sich in der Spitze kürzerer oder längerer Äste. Die Bildung beginnt mit einer Verbreiterung der Sprossspitze, in welcher dann

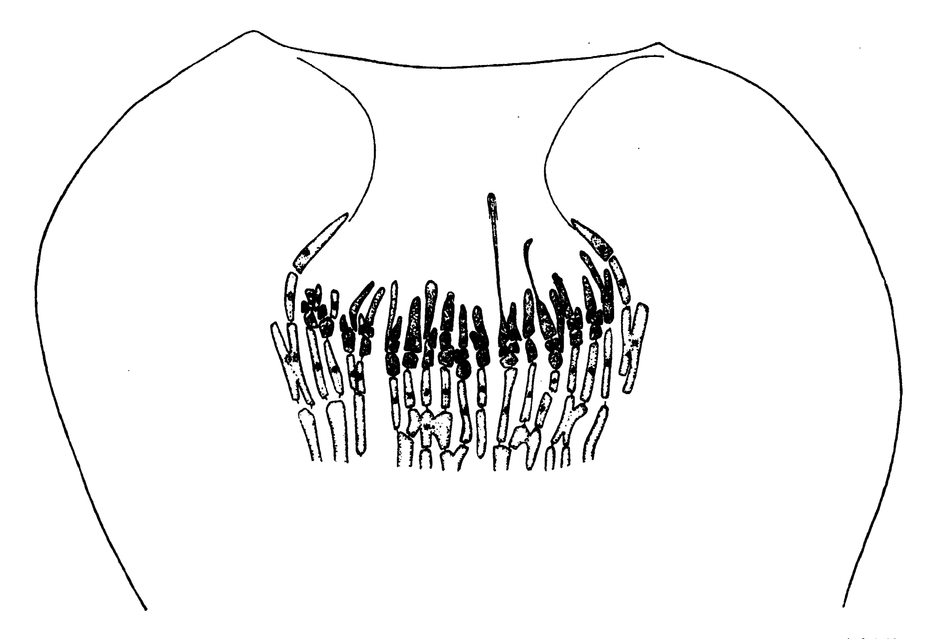


Fig. 18. *Corallina officinalis.* Längsschnitt eines Konzeptakels mit jungen Prokarpien. — × 350.

eine schalenartige Einsenkung zustande kommt. Die Endzellen der mittleren Reihen der Zentralfäden lösen sich seitlich voneinander. Sie bilden einen auf dem Boden der Schale liegenden Diskus. Nach SOLMS erzeugt jede Diskuszelle nach aussen ein dickes Membranprisma, das geschichtet und mit Kalk eingelagert ist. Die Prismen schliessen sich seitlich zusammen und bilden eine zusammenhängende Kalkplatte. Diese Bildung habe ich nicht sehen können, weil ich nur entkalktes Material untersucht habe. Wahrscheinlich wird sie auch bei *Corallina officinalis* vorkommen, da die beiden Arten einander so nahe stehen. In der Randpartie der Sprossspitze dauern die Zellteilungen fort, und die Ränder wölben sich immer weiter empor. Dadurch kommt schliesslich eine vollständige Höhlung zustande. Inzwischen wird die Kalkprismenmasse zerstört und die Konzeptakelmündung geöffnet.

Auf dem Boden des Konzeptakels entwickeln sich durch Teilungen der Diskuszellen fertile Astbüschel in voller Übereinstimmung mit dem Verhältnis bei den von mir untersuchten *Melobesia*-Arten und *Lithophyllum expansum.* Die Basalzellen scheiden durch schiefe Wände eine bis drei Anlagen zu Karpogonästen ab, von denen in der Regel nur eine sich weiter teilt und einen zweizelligen Karpogonast mit einer langen Trichogyne liefert. Die Zellen der fertilen Büschel sind plasmareich. Die Basalzelle funktioniert später als Auxiliarzelle. Fig. 18 zeigt einen Längsschnitt durch ein ziemlich junges Konzeptakel. In den Figuren 19 A u. B

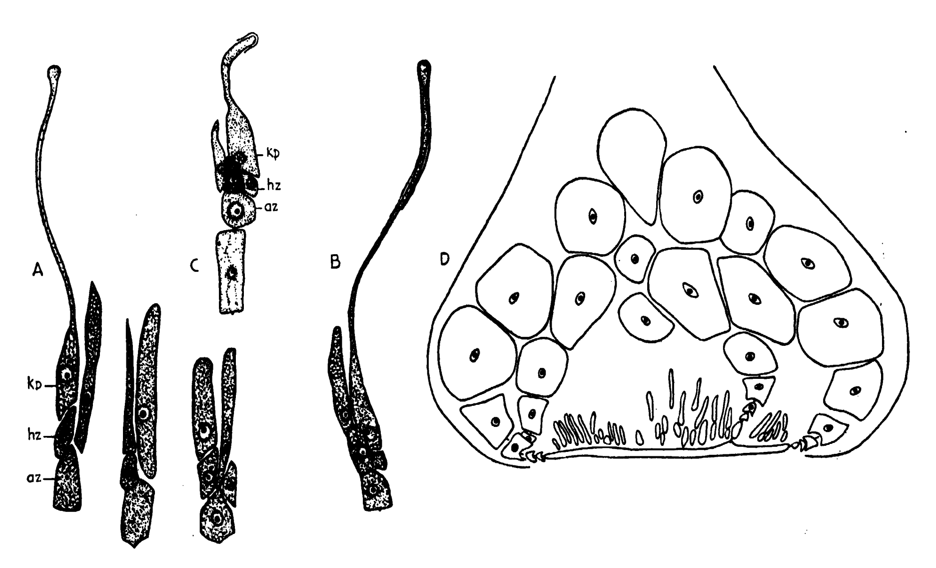


Fig. 19. *Corallina officinalis. A-B* Prokarpien aus Quetschpräparaten gezeichnet. *C* Junges Prokarp aus einem Mikrotomschnitt gezeichnet. *D* Konzeptakelhöhle mit Fusionszelle und Gonimoblasten. — *kp* Karpogon; *hz* hypogyne Zelle; *az* Auxiliarzelle. — *A-C* × 570; *D* × 200.

habe ich aus Quetschpräparaten in Glyzerin einige lospräparierte Astbüschel abgebildet. Fig. 19 C ist nach einem Schnitt durch ein ganz junges Konzeptakel gezeichnet. Jedes Konzeptakel enthält eine überaus grosse Menge von Prokarpien, wovon Taf. I, Fig. 4 einen guten Begriff gibt. Wie bei *Melobesia* und *Lithophyllum* geht die Entwicklung im Zentrum rascher als in der Peripherie. Die Karpogonastanlagen bleiben darum am Rande alle einzellig. — Die Zellen der Innenwand des Konzeptakels werden oft haarartig ausgezogen und werden daneben entkalkt. Unverkalkt ist auch die den Prokarpien unmittelbar untergelagerte Zellschicht. Nach Solms (l. c. S. 39) entspricht diese Zellschicht den unteren Zellen, welche bei der Teilung der Diskuszellen entstehen. In Taf. I, Fig. 4 tritt die fragliche Zellschicht unter der Auxiliarzellschicht ziemlich deutlich hervor.

Die oben gegebene Darstellung der Prokarpienentwicklung stimmt gut mit der von SOLMS (l. c. S. 39—41) gelieferten und mit SOLMS' Figuren überein. Nach SOLMS teilt sich die Diskuszelle in zwei Zellen. Die obere Zelle erzeugt das Prokarp. Durch uhrglasförmige Wände schneidet sie zwei laterale Tochterzellen ab. Die Mutterzelle wird nachher aus zwei zwischen den beiden lateralen Zellen nur durch einen schmalen Isthmus verbundenen Abschnitten bestehen (vgl. Fig. 19 A rechts). Im Isthmus erfolgt späterhin auch eine Teilung. Die lateralen Zellen werden durch eine beinahe transversale Wand in je eine grössere obere und eine kleinere untere Tochterzelle zerlegt. Aus der oberen dieser Zellen entwickelt sich ohne Scheidewandbildung die Trichogyne. SOLMS meint, dass auch die hypogyne Zelle die Fähigkeit der Trichogynenbildung habe. Dies ist natürlich nicht richtig. Er scheint aber zu vermuten, das jedes Prokarp nur eine Trichogyne entwickle, was ja richtig ist. Er schildert auch ganz treffend, wie die Entwicklung in der Diskusmitte beginnt und dann bis zum Rand hin fortschreitet. In keinem Falle hat er in der Peripherie ein empfängnisfähiges Prokarp gefunden.

YAMANOUCHI (1913 u. 1921) hat die Entwicklungsgeschichte von *Corallina officinalis* var. *mediterranea* untersucht. Was die Prokarpienentwicklung betrifft, kann ich seinen Angaben nicht beistimmen. Nach ihm (1913 Fig. 1—7, 1921 S. 94) soll das Prokarp aus Stielzelle, Auxiliarzelle, Karpogon, Trichogyne und einer funktionslosen Schwesterzelle des Karpogons bestehen. Die Stielzelle entspricht der unteren der beiden Zellen, die bei der Teilung der Diskuszelle erzeugt werden. Meiner Meinung nach gehört sie nicht zu dem Prokarp. Die hypogyne Zelle erwähnt YAMANOUCHI gar nicht. Der Kern der Karpogonanlage soll sich teilen, und einer der zwei Tochterkerne soll als Trichogynenkern funktionieren. Trichogynenkerne habe ich nie gesehen.

Die Entwicklung der Prokarpien nach der Befruchtung. Die Befruchtung des Karpogons habe ich nicht gesehen; auch nicht die Verbindung zwischen dem befruchteten Karpogon und der Auxiliarzelle. Wahrscheinlich kommt sie wie bei *Melobesia* zustande. Nach Überbringen eines diploiden Kerns in eine Auxiliarzelle verschmelzen alle Auxiliarzellen des Konzeptakels zu einer grossen, kuchenförmigen, platten Fusionszelle. Auf deren Oberseite bleiben die Reste der Karpogonäste, mehr oder weniger verändert, stehen (Fig. 19 D).

Die Entwicklung der Gonimoblasten. Am Rande der Fusionszelle sprosst dann eine grosse Anzahl Gonimoblastfäden aus. Die äussersten Zellen wandeln sich in Karposporen um, wobei jede Gonimoblastkette mehrere Karposporen erzeugt. Die Gonimoblastfäden können sich auch verzweigen. Die fertigen Karposporen runden sich ab, sie sind von beträchtlicher Grösse und führen je einen grossen, oft etwas länglichen Kern mit einem grossen Nukleolus (Fig. 19 D).

SOLMS-LAUBACH (l. c. S. 41—47) hat die Entwicklung nach der Befruchtung bei *Corallina mediterranea* genau verfolgt. Auch hat er die Verschmelzung der Spermatien mit den Trichogynenspitzen beobachtet. Meine oben geschilderten Resultate der Untersuchung von *Corallina officinalis* stimmen gut mit den Angaben SOLMS' überein. — Wie aus meiner Figur 19 D hervorgeht, können Gonimoblastfäden auch

von der zentralen Partie der Fusionszelle aussprossen. Dies scheint aber nur in Ausnahmefällen zu geschehen. ROSENVINGE (l. c. S. 273) teilt mit, dass er dies Verhältnis auch beobachtet hat.

In seiner Arbeit über *Corallina mediterranea* hat YAMANOUCHI einige Angaben über die Kernverhältnisse nach der Befruchtung geliefert. Er teilt mit, dass der diploide Kern aus dem befruchteten Karpogon in die Auxiliarzelle wandert, und dass alle Auxiliarzellen miteinander verschmelzen. Weiter führe ich aus der amerikanischen Ausgabe seiner Abhandlung an (1921 S. 95): »Since the sporophytic nuclei of all the procarps within the conceptacle migrate into this central cell, there are therefore over 100 sporophytic and also about the same number of gametophytic or auxiliary cell nuclei included in this common cytoplasm». Mein Material hat mir nicht gestattet, die Kernverhältnisse zu studieren. Es scheint aber kaum wahrscheinlich, dass alle Prokarpien des Konzeptakels befruchtet werden. YAMANOUCHIS Angabe, dass die diploiden Kerne grösser als die haploiden der Fusionszelle seien, ist gewiss richtig (vgl. unten *Corallina rubens*, S. 42). Die diploiden Kerne sollen allmählich an die Peripherie der Fusionszelle wandern. Hier sollen sie sich einmal teilen, und von den Tochterkernen soll einer in die Anlage des Gonimoblastfadens einwandern und der andere in der Fusionszelle zurückbleiben.

In ein paar Fällen habe ich eine Anomalie in der Konzeptakelentwicklung gefunden, die vielleicht eine Erwähnung verdient. Es handelt sich um ein Zusammenwachsen der Konzeptakelmündung und ein Weiterwachsen der Sprossspitze. Diese Erscheinung habe ich einmal an einem weiblichen (Taf. I, Fig. 3), einmal an einem Sporangien führenden Konzeptakel gesehen.

Die Entwicklung der Spermatangien. Die eigentümlichen, schwanztragenden männlichen Körperchen von *Corallina officinalis* und *C. mediterranea* sind in der Literatur wohlbekannt. Was die Deutung der Einzelheiten betrifft, sind die Verfasser verschiedener Meinung. Dies ist erklärlich, da die Untersuchung wegen der Winzigkeit und sehr dichten Häufung der Elemente besondere Schwierigkeiten bietet. Ich möchte zunächst, ehe ich auf die Literatur eingehe, eine Darstellung der Entwicklung der männlichen Organe geben, wie sie sich nach meiner Untersuchung ergibt.

Die männlichen Konzeptakeln gleichen im grossen den weiblichen und werden wie diese angelegt. Die Taf. I, Fig. 2 zeigt einen Spross mit einer Konzeptakelanlage links und einem reifen Behälter in der Mitte. Die fertilen Zellen bekleiden nicht nur den Boden des Konzeptakels, sondern teilweise auch die Seitenwände. Zur Mündung hin sind die Wände von paraphysenähnlichen Zellen bedeckt. Die Bildung der Spermatangien habe ich teils an Mikrotomschnitten, teils in Quetschpräparaten in Glyzerin studiert. Die fertile Schicht besteht aus einer großen Anzahl dicht gedrängter Spermatangienmutterzellen, die verhältnismässig kurz sind. Sie schneiden durch schiefe Wände Spermatangien ab, die sich strecken und stäbchenförmige Gestalt annehmen. Sie stehen gewöhnlich zu zweien, dreien oder mehreren an der Spitze der Mutterzellen (Fig. 20 A—C). Die Spermatangien strekken sich allmählich noch weiter, so dass der hintere Teil zu einem langen Schwanz

ausgezogen wird (Fig. 20 C u. D). In diesem Stadium lösen sie sich von der Mutterzelle ab. Das Plasma mit dem Kern zieht sich in das ovale Vorderende zusammen. Es ist gewiss eine schwierige Sache, die wahre Natur des langen Fadens aufzuklären. In Analogie mit den Verhältnissen bei *Corallina rubens*, wo die fragliche Bildung recht kurz und breit ist, halte ich es aber für wahrscheinlich, dass der Faden eine Membranbildung ist, welche den hinteren Teil der Spermatangienwand darstellt. In den Präparaten wird er auch von Lichtgrün gefärbt.

Der Kern des Spermatangiums schickt sich bald zu einer Teilung an. In den reifen Konzeptakeln befinden sich die Kerne der abgelösten Spermatangien in Teilung. In den Präparaten beobachtete ich im allgemeinen späte Prophasen-

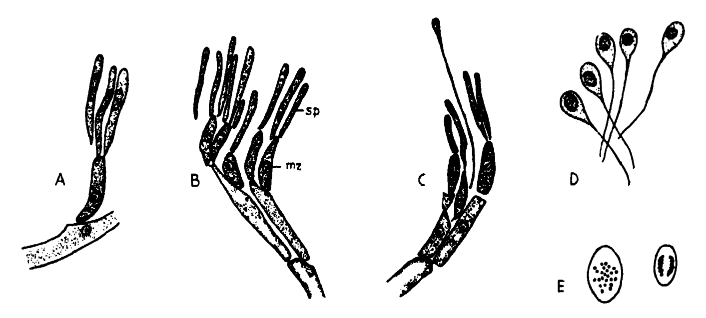


Fig. 20. *Corallina officinalis.* Entwicklung der Spermatangien. *A* Spermatangienmutterzelle mit drei Spermatangien, aus einem Mikrotomschnitt gezeichnet. *B-C* Spermatangienmutterzellen mit Spermatangien, aus einem Quetschpräparat gezeichnet. *D* Abgetrennte Spermatangien. *E* Spermatangien mit dem Kern in Meta- und Anaphasenstadium. — *sp* Spermatangium; *mz* Spermatangienmutterzelle. — *A, D* × 1080; *B-C* × 700; *E* × 1390.

stadien und Metaphasenstadien; Anaphasenstadien kamen aber auch ziemlich oft vor (Fig. 20 E). In einigen Kernplatten konnte ich mit einiger Sicherheit die Chromosomenzahl mit 24 feststellen. Dies ist dieselbe Zahl, die YAMANOUCHI für die haploide Generation der *Corallina officinalis* var. *mediterranea* angibt.

Jetzt möchte ich schliesslich auf die Literatur eingehen. Es liegen besonders vier Untersuchungen über die Spermatangien von *Corallina officinalis* und *C. mediterranea* vor. THURET u. BORNET (1878), SOLMS-LAUBACH (1881) und YAMANOUCHI (1913 u. 1921) haben diese Art untersucht, GUIGNARD (1889) jene. THURET u. BORNET beschreiben das männliche Konzeptakel und geben eine gute Abbildung desselben (Taf. 49, Fig. 7). Betreffs der Spermatien meinen sie, dass sie membranlos seien. Sie sollen durch Auflösung der Spermatangienwand befreit werden. Der Schwanz soll aus Protoplasma bestehen. Dieser Auffassung schliesst sich GUIGNARD an. SOLMS-LAUBACH, der über die Spermatangienbildung eine Darstellung gegeben hat, die in der Hauptsache mit meiner oben gelieferten übereinstimmt, ist dagegen der Meinung, dass die Spermatien mit einer Wand versehen sind, und dass der lange Faden ein Rest des Spermatangiums ist. Das Spermatangium wird auch nach

Solms als solches abgeschnürt. Guignards Abbildung, Taf. 6, Fig. 26, (vgl. auch Oltmanns 1922, Fig. 571) ist, scheint es mir, nach dieser Auffassung leichter zu verstehen. Yamanouchi ist derselben Meinung wie Solms, dass das Spermatium mit einer Membran versehen ist, und sagt weiter (1921 S. 93), dass es »when compared with other Florideae ... homologous with a unicellular antheridium» ist.

Solms-Laubach (l. c. S. 37—38 u. Taf. II, Fig. 21) gibt an, dass jede Spermatangiengruppe auch ein langes, einzelliges Haar enthält, das aber sehr hinfällig ist. Ich habe solche Haare nicht gesehen und bezweifle, dass die Angabe richtig ist.

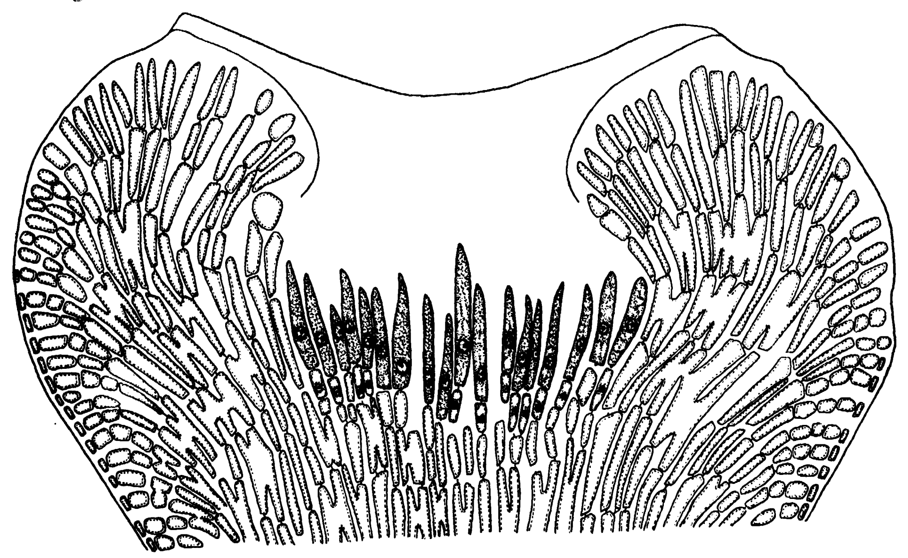


Fig. 21. *Corallina officinalis.* Längsschnitt einer Konzeptakelanlage mit jungen Sporangien. — × 300.

Die Entwicklung der Tetrasporen. Die Entwicklung der Tetrasporenkonzeptakeln von *Corallina mediterranea* kennen wir vor allem durch die Untersuchungen von Thuret u. Bornet (1878) und Solms-Laubach (1881). Weiter haben Davis (1898) und Yamanouchi (1913 u. 1921) Beiträge zur Kenntnis der Kernteilungen der Tetrasporenmutterzelle geliefert.

Die Entwicklung verläuft bei den beiden Arten in derselben Weise. Die Konzeptakeln werden in den Sprossspitzen angelegt und entwickeln sich, wie es oben für die weiblichen geschildert wurde. Die Diskuszellen erzeugen hier Sporangienanlagen. Dies sind langgestreckte, oben zugespitzte Zellen mit reichem Plasmainhalt und grossen Kernen (Fig. 21). Die unter ihnen liegenden Zellen sind kurz und oft auch ziemlich reich an Plasma. Sie dürften wohl als Stielzellen aufzufassen sein. Die Sporangienanlagen treten seitlich ausser Verband. Sie nehmen die

ganze Bodenfläche des Konzeptakels ein. SOLMS' Angabe (l. c. S. 34 u. Taf. I, Fig. 7), dass zwischen ihnen mehrzellige, inhaltarme Paraphysen vorkämen, kann ich nicht bestätigen. THURET u. BORNET (l. c. S. 94) verneinen auch das Vorkommen von Paraphysen.

Die jungen Sporangien vergrössern sich beträchtlich, besonders werden sie breiter. Ein Teil der Anlagen wird dabei zurückgedrängt und ergibt keine reifen Sporangien, sondern paraphysenähnliche Bildungen (Fig. 22 A). Mitten in dem vakuolisierten Plasma liegt der grosse Kern. Dieser erzeugt durch zwei sukzessive Teilungen die vier Kerne der definitiven Tetraspore. Die Ausbildung der drei

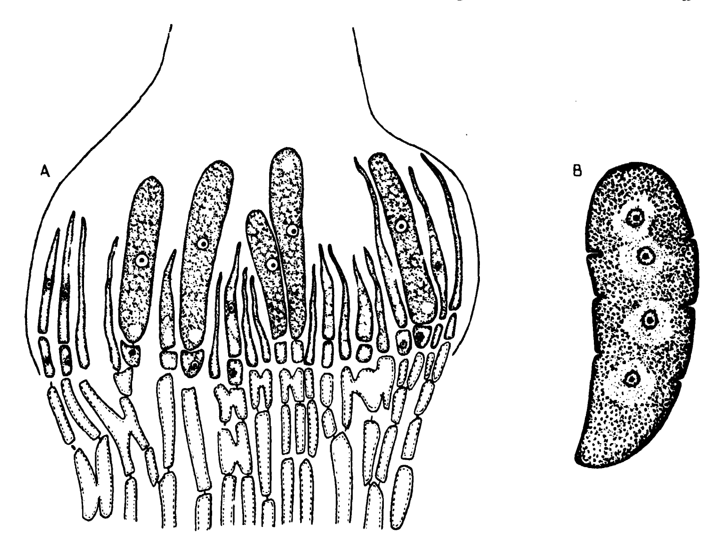


Fig. 22. *Corallina officinalis*. *A* Konzeptakelhöhle mit noch ungeteilten Sporangien und dazwischenliegenden verdrängten Sporangienanlagen. *B* Tetraspore. *A* × 400; *B* × 450.

scheidenden Querwände setzt nicht unmittelbar ein, und auch wenn sie angefangen hat, schreitet sie nur langsam vorwärts. Die Fig. 22 B zeigt eine junge Tetraspore mit beginnender Wandbildung. Die Sporen sind reich an Nahrung und Plastiden. Oft lassen die Plastiden, die sich in den Präparaten mit Hämatoxylin stark färben, dasjenige Plasma frei, das die Kerne unmittelbar umgibt.

Corallina rubens.

Material: Banyuls-sur-Mer, Pyrénées-Orientales, Französische Mittelmeerküste, Mai 1935.

Die Art wurde von LINNÉ (1766) unter dem Namen *Corallina rubens* beschrieben. Unter diesem Namen wird sie von KÜTZING (1858), SOLMS-LAUBACH (1881),

Hauck (1885) und De-Toni (1905 u. 1924) aufgenommen. In mehreren Arbeiten, wie Kützing (1843), Harvey (1846—51), Areschoug (1852), Kny (1872), Thuret u. Bornet (1878), Weber-van Bosse (1904) und Yendo (1905) wird die Art in die Gattung *Jania*, die von Lamouroux (1812) aufgestellt wurde, eingeordnet. Rosenvinge (1917) zieht es vor, *Jania* als ein Subgenus von *Corallina* zu betrachten. Nach Areschoug unterscheiden sich *Jania* und *Corallina* eigentlich nur durch die dichotome Verzweigung der ersteren. Ich schliesse mich der Auffassung Rosenvinges an und nenne die Art *Corallina rubens.*

Anatomie. Der Thallus besteht aus zarten, gegliederten und regelmässig dichotom verzweigten Sprossen, die von einer kleinen Haftscheibe ausgehen. Über den inneren Bau und die Verzweigung berichtet Kny (Bot. Zeit. 1872). Meine Fig. 23 A dürfte auch eine klare Vorstellung der Anatomie des Sprosses geben. Die Zellen der Zentralfäden sind langgestreckt. Durch Teilungen der Scheitelzellen vermehren sie sich in der Längsrichtung. Die seitlichen Zellreihen geben kurze Zellreihen ab, welche die Rinde bilden. Nach Kny (l. c. Spalte 704) sollen sich die mittleren Scheitelzellen in der Regel nur durch Querwände teilen. Ich habe aber gefunden, dass auch die mittleren Reihen sich oft verzweigen.

Die Verzweigung des Sprosses ist eine echte Dichotomie. Der Vegetationspunkt verbreitert sich ein wenig, und die Anlagen der jungen Gabelzweige erheben sich als zwei gleiche Scheitelkuppen, die durch eine Furche getrennt werden (Fig. 23 B). Die obersten Gabelungen der fertilen Pflanzen stehen mit der Konzeptakelbildung im Zusammenhang. Die Gabelzweige gehen hier unter Gelenkbildung von den oberen Ecken der jungen Konzeptakeln aus (Taf. II, Fig. 5 u. 6). Diese liegen somit in den Fussgliedern der obersten Verzweigungen. Magnus (Bot. Zeit. 1872, Spalte 721) hebt hervor, dass neben der Dichotomie auch eine seitliche Verzweigung vorkommen kann. Die oberen Ecken der Glieder können sich zuspitzen und sich häufig durch Auswachsen der dortigen Rindenzellen zu neuen Zweigen verlängern. Dies dürfte für die f. *corniculata* gelten. Bei der typischen Form, die ich untersucht habe, ist dies nicht der Fall. Rosenvinge (l. c. S. 275) behauptet, dass die seitlichen Zweige ohne Zweifel in der Regel später als die Gabelzweige entstehen, und ist geneigt, sie als Adventivorgane aufzufassen. In einem Falle beobachtete ich bei der typischen Art ein Adventivästchen, das von den Rindenzellen mitten auf einem Sprossglied ausgegangen war (Taf. II, Fig. 7).

Die Zellen der mittleren Reihen sind im allgemeinen von ungefähr derselben Länge wie die Gelenkzellen. Dies sollte nach Weber-van Bosse (l. c. S. 85) ein Merkmal der Gattung *Jania* sein. Die Gelenkzellen sind sehr dickwandig. Nach den Enden hin sind sie etwas zugespitzt, und die Wanddicke nimmt dort ab. Rosenvinge (l. c. Fig. 199) gibt eine gute Abbildung von einem Gelenk.

Die Rinde ist schwach ausgebildet und besteht nur aus zwei bis drei Zellschichten. Die äusserste ist die Deckzellenschicht, die dicht geschlossen ist. Die Deckzellen werden erst in einigem Abstand von dem Scheitel abgeschieden.

Die Endzellen gewisser Seitenreihen werden sehr gross und erzeugen ein hyalines Haar. Diese Haare, die an jungen Sprossen recht zahlreich sind, haben

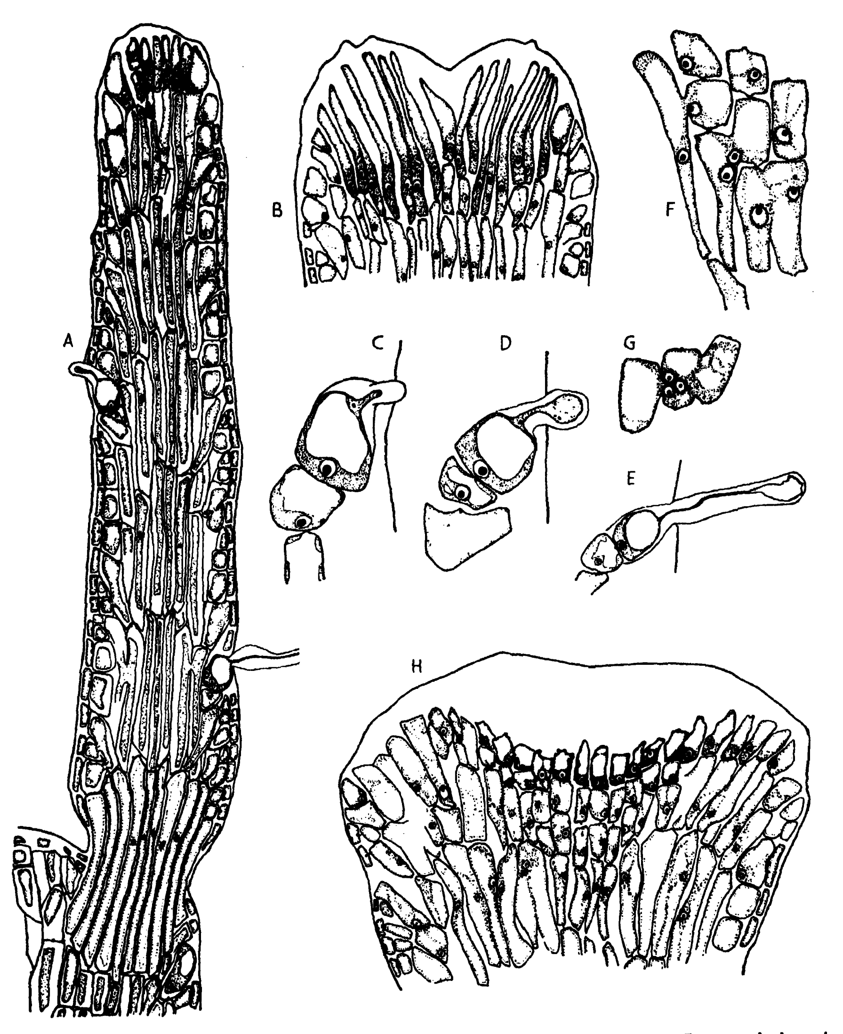


Fig. 23. *Corallina rubens.* Längsschnitt eines oberen Sprossgliedes. *B* Längsschnitt einer Sprossspitze, die Entstehung einer dichotomen Verzweigung zeigend. *C-E* Entwicklung der hyalinen Haare. *F-G* Zellfusionen aus Längsschnitten durch das unter den jungen Konzeptakeln liegende Gewebe. *H* Längsschnitt einer sehr jungen, weiblichen Konzeptakelanlage, die Diskuszellen zeigend. — *A, B, H* × 390; *C, D, F, G* × 950; *E* × 620.

Thuret u. Bornet (1878) erwähnt und abgebildet. Ich habe ihre Entwicklung näher verfolgt (Fig. 23 C—E). Es sind Ausstülpungen der fraglichen Zellen, die sich beträchtlich verlängern, aber nie durch eine Wand abgeschieden werden. An

der Basis wird die Verbindung mit der Zelle durch Membranverdickung stark verengert. Der Zuwachs scheint in der Spitze stattzufinden. Einen besonderen Haarkern habe ich nicht finden können.

Die Zellen enthalten je einen Kern. Zellen benachbarter Reihen fusionieren häufig miteinander. Besonders gut lässt sich dies, wie ROSENVINGE (l. c. S. 211) angibt, in dem zentralen Gewebe unmittelbar unter den Konzeptakeln studieren. Die Zellen sind hier verhältnismässig kurz und nicht verkalkt. Die Figuren 23 F u. G zeigen einige fusionierende Zellen. Der Kern einer Zelle kann in die andere hineinwandern. ROSENVINGE teilt mit, dass die Kerne bei *Corallina officinalis,* welche Art er in dieser Beziehung untersucht hat, auch verschmelzen können. Die Kerne wirken laut ihm bei der Fusionierung der Zellen mit. SCHMITZ (1880) fand bei *Corallina rubens,* dass die Kerne nicht verschmelzen. Ich habe selbst oft gesehen, wie zwei, ja bisweilen drei, Kerne sich aneinander legen. Ob die Kerne dann miteinander verschmelzen, habe ich nicht entscheiden können.

Die Entwicklung der Prokarpien vor der Befruchtung. Die weiblichen Konzeptakeln liegen, wie oben erwähnt, in den Fussgliedern der oberen Thallusverzweigungen. Sie sind zuerst von THURET (1855 S. 25, Fussnote) in der Literatur erwähnt worden. THURET und BORNET (1878) geben dann eine nähere Schilderung der Entwicklung nebst einigen Abbildungen. Im Anschluss an seine eingehende Untersuchung über *Corallina mediterranea* liefert SOLMS-LAUBACH (1881) auch einige Angaben über die Fruchtentwicklung von *C. rubens.* Eine vollständige Darstellung der Entwicklungsgeschichte findet man aber nicht in der Literatur. *Corallina rubens* bietet infolge der Zartheit des Thallus ein geeignetes Material für eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung, und da es mir gelungen ist, die wichtigsten Entwicklungsstadien zu finden, möchte ich im folgenden eine zusammenhängende Schilderung derselben geben.

Die Konzeptakeln werden in den jungen Zweigspitzen angelegt. Die Spitze verdickt sich dabei, der Zuwachs der mittleren Zentralfäden hält inne, und ihre Zellen werden kurz. Die peripheren Zentralfäden setzen ihren Zuwachs fort, wobei die mittlere Partie eingesenkt wird. Die Diskuszellen füllen sich mit einem dichteren Plasma. Fig. 23 H zeigt eine junge Konzeptakelanlage in diesem Stadium. Darauf teilen sich die Diskuszellen und erzeugen je einen fertilen Astbüschel. Fig. 24 A zeigt die jungen Astbüschel. Sie bestehen aus einer Basalzelle, die später als Auxiliarzelle funktioniert, und einer, in der Regel aber zwei durch schiefe Wände abgeschnittenen Zellen, die die Anlagen der Karpogonäste sind. Von diesen teilt sich eine durch eine transversale Wand, und die obere der so erzeugten Zellen wird zum Karpogon, das eine lange Trichogyne treibt (Fig. 24 B). An der Basis der Trichogyne ist die Membran angeschwollen. Der Plasmaschlauch, der die Verbindung mit dem Karpogon vermittelt, wird dadurch oft sehr schmal. Dies gilt auch von den schon behandelten Arten (vgl. Fig. 13). Während dieser Entwicklung senkt sich der Boden immer mehr ein, und das Konzeptakel bekommt seine definitive Form.

Das befruchtungsreife Konzeptakel (Fig. 24 C) enthält eine verhältnismässig grosse Anzahl Prokarpien, aber doch nicht so viele wie die von *C. officinalis*. Sie nehmen die Konzeptakularbasis ein, die hier becherförmig, nicht wie bei der anderen Art schalenartig flach, ist. Das Prokarp besteht aus der Basal- oder

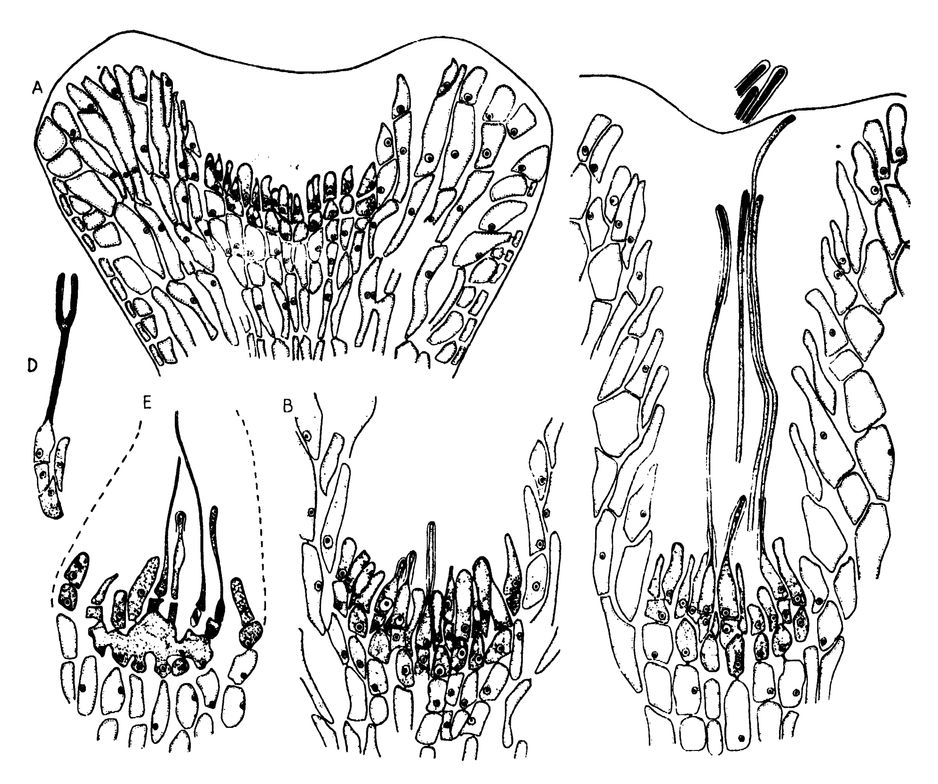


Fig. 24. *Corallina rubens*. Entwicklung der Prokarpien; Längsschnitte. *A* Konzeptakelanlage mit Auxiliarzellen und Karpogonastanlagen. *B* Konzeptakelhöhle mit jungen Prokarpien. *C* Konzeptakelhöhle mit befruchtungsreifen Prokarpien. *D* Prokarp mit gegabelter Trichogyne. *E* Konzeptakelhöhle mit verschmelzenden Auxiliarzellen. — *A* × 330; *B-E* × 530.

Auxiliarzelle, einem zweizelligen Karpogonast und einer ungeteilt bleibenden Karpogonastanlage. In keinem Falle habe ich im Prokarp zwei entwickelte Karpogonäste gefunden. In der Peripherie geht die Entwicklung wie gewöhnlich langsamer vonstatten, und die Anlagen bleiben dort ungeteilt. Die Zellwand verquillt in den Trichogynenspitzen. Mehrere dieser durchdringen die die Mündung verschliessende Schleimhaut. — In ein paar Fällen habe ich Karpogone mit gegabelter Trichogyne beobachtet. Fig. 24 D gibt eine Abbildung einer solchen Anomalie.

Die Entwicklung der Prokarpien nach der Befruchtung. Den Befruchtungsakt habe ich nicht beobachtet. Nach der Befruchtung eines Karpogons dürfte in gewöhnlicher Weise ein diploider Kern in die darunterliegende Auxiliarzelle übertragen werden. Darauf folgt die Verschmelzung aller Auxiliarzellen des Konzeptakels zu einer grossen Fusionszelle. Fig. 24 E zeigt die Bildung der Fusionszelle. Die Auxiliarzellen fusionieren zuerst in ihrem oberen Teile, während sie in dem unteren ihre Individualität behalten. Die primären Zellkerne liegen in den

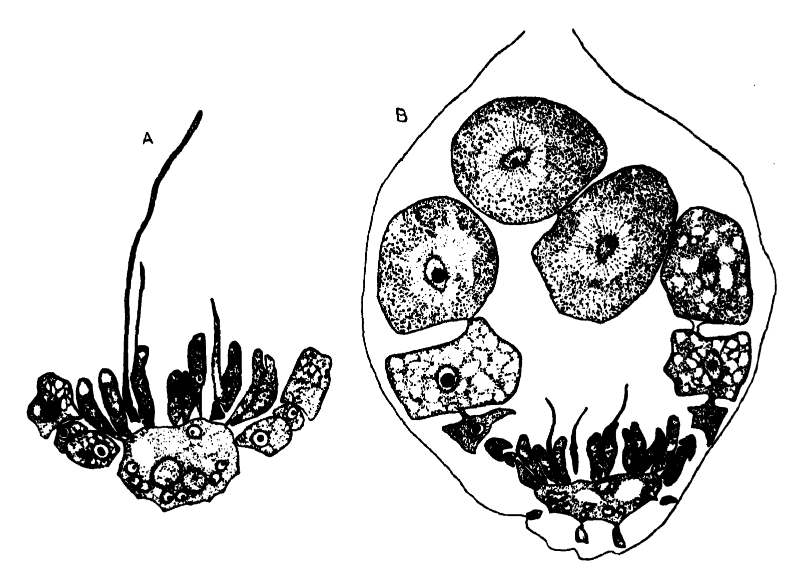


Fig. 25. *Corallina rubens.* *A* Fusionszelle, haploide und diploide Kerne enthaltend; an der Oberfläche die degenerierenden Karpogonäste und Karpogonastanlagen, am Rande die jungen Gonimoblasten. *B* Längsschnitt einer Konzeptakelhöhle, die Fusionszelle mit haploiden und diploiden Kernen und die Gonimoblasten mit reifen Karposporen zeigend. — *A* ×560; *B* × 360.

freien Abschnitten. Bald werden die Zellen ganz und gar in die Fusion einbezogen.

Die fertige Fusionszelle hat, wie Solms (l. c. S. 45) betont, eine andere Gestalt als bei *C. mediterranea.* Bei dieser Art hat sie niedrige Plattengestalt, bei *C. rubens* dagegen besitzt sie eine ziemlich bedeutende Dicke (Fig. 25). Ihre obere Fläche ist im allgemeinen eben. Sie trägt die degenerierenden Karpogonäste und die unentwickelten Anlagen, welch letztere sich vergrössern und oft keulenförmig werden, während ihre Kerne kräftig anschwellen.

Die haploiden Kerne liegen mehrenteils längs dem unteren Rand der Fusionszelle. In der Mitte treten Vakuolen auf. Die diploiden Kerne, die bedeutend grösser sind und oft eine ovale Form zeigen, habe ich oft beobachtet. Besonders gut traten die Kerne in Präparaten hervor, die aus Material angefertigt wurden, das ich in

der Fixierflüssigkeit »Susa» fixiert hatte (Fig. 25 B). Die Anzahl der diploiden Kerne war immer klein (vgl. oben S. 34 und YAMANOUCHI, 1921 S. 95).

Die Entwicklung der Gonimoblasten. Die Gonimoblasten sprossen wie gewöhnlich am Rande der Fusionszelle aus. Die äussersten Zellen jeder Gonimoblastenkette runden sich ab und liefern je eine Karpospore. Die Karposporen sind gross und reichlich mit Plasma gefüllt, das besonders im Umkreis der Sporen Plastiden führt. Ringsum den grossen, ovalen Kern läuft das Plasma gewöhnlich in strahlenförmig geordneten Fäden (Fig. 25 B). Wie SOLMS hervorhebt, ist die Anzahl der Sporenketten bei dieser Art gering. Taf. II, Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt durch ein Thallusstück mit mehreren Konzeptakeln, die reife Gonimoblasten führen.

Die Entwicklung der Spermatangien. *Corallina rubens* ist im Gegensatz zu *C. officinalis* eine monözische Art. Die beiden Geschlechter sind auf derselben Pflanze vereinigt. Die männlichen Konzeptakeln liegen nicht in den Fussgliedern der Verzweigungen, sondern in besonderen kürzeren oder längeren Ästchen (siehe Taf. II, Fig. 8 und HAUCK, 1885, Fig. 115). Sie sind länglich eiförmig und sind schon mit blossem Auge von den weiblichen zu unterscheiden. Sie werden wie diese letzteren durch Einsenkung und Überwallen der Zweigspitze gebildet. Fast die ganze Innenfläche erzeugt Spermatangien, nur zur Mündung hin ist die Wand steril und wird dort von langgestreckten Zellen bedeckt.

Über die Entwicklung der Spermatangien macht SOLMS-LAUBACH (l. c. S. 39) einige Angaben. Die Entwicklung beginnt in der Tiefe des erst becherförmigen Konzeptakels und schreitet bei weiterem Wachstum desselben ringsum an der Innenwand fort. Fig. 26 A stellt ein junges Konzeptakel dar. Am Boden hat die Spermatangienbildung schon begonnen. Die Zellen der Zentralfäden schneiden mehrere Mutterzellen ab, welche ihrerseits nach zwei Seiten Spermatangien abgliedern. Fig. 26 B zeigt eine Partie vom Boden eines reifen Spermatangienbehälters, übrigens des in Taf. II, Fig. 8 abgebildeten. Die Mutterzelle spaltet durch eine etwas schiefe Wand ein erstes Spermatangium ab und bildet dann an der anderen Seite einen Fortsatz aus, in den ein Kern hineinwandert. Dieser Fortsatz wird später als zweites Spermatangium abgeschieden. Die Bildungsweise stimmt also mit derjenigen überein, die YAMANOUCHI (1906) bei *Polysiphonia violacea* und SVEDELIUS (1912) bei *Delesseria sanguinea* fanden. — Fig. 26 D zeigt einen Querschnitt durch das reife Konzeptakel.

Die Spermatangien werden als solche von ihren Mutterzellen abgetrennt. Der Inhalt zieht sich in den oberen Teil zusammen, und der entleerte Teil des Spermatangiums bildet ein kleines Anhängsel (Fig. 26 B u. C). Dies besteht also aus der Membran des hinteren Spermatangienteils. Es färbt sich stark mit Lichtgrün und entspricht gewiss dem langen Schwanz des Spermatangiums von *Corallina officinalis* (vgl. S. 35).

Schon vor der Abtrennung der Spermatangien schickt sich ihr Kern zur Teilung an. Die Spermatangien bleiben lange in der Konzeptakelhöhlung liegen, und hier machen sie die Kernteilung durch. Diese Teilung liess sich sehr gut an dem in

»Susa» fixierten Material studieren. Die Präparate wurden mit Hämatoxylin gefärbt. Fig. 26 E zeigt einige Spermatangien mit den Kernen in Meta- und Anaphasenstadien. In den ersterwähnten konnte ich die Chromosomenzahl mit einiger Sicherheit bestimmen. Sie betrug 24. Bei *Corallina officinalis* und *C. mediterranea* ist die haploide Zahl, wie oben erwähnt, auch 24. — Die Spermatangien verlassen unter Teilung das Konzeptakel.

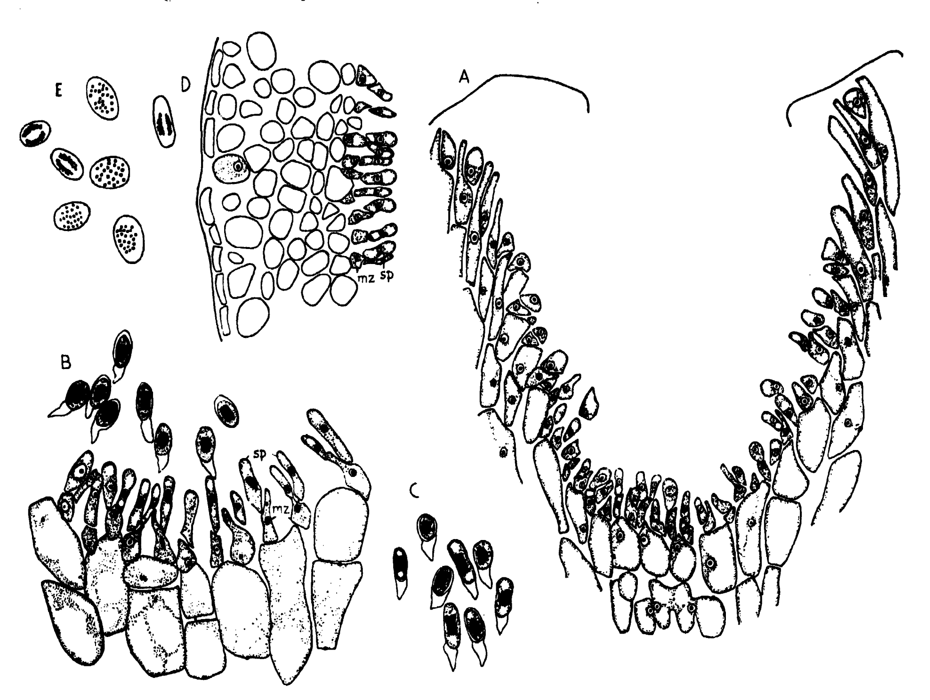


Fig. 26. *Corallina rubens.* Entwicklung der Spermatangien. *A* Längsschnitt einer jungen, männlichen Konzeptakelhöhle. *B* Boden eines männlichen Konzeptakels mit reifen Spermatangien. *C* Abgetrennte Spermatangien. *D* Teil eines Querschnittes durch die mittlere Region eines männlichen Konzeptakels. *E* Spermatangien mit dem Kern in Meta- und Anaphasenstadium. — *mz* Spermatangienmutterzelle; *sp* Spermatangium. — *A*, *D* × 570; *B*-*C* × 880; *E* × 1400.

Die Entwicklung der Tetrasporen. Die fertigen Tetrasporen und die Behälter, in denen sie gebildet werden, kennen wir durch die von THURET u. BORNET (l. c. Taf. 51) gelieferten Abbildungen. Die Tetrasporen-Konzeptakeln gleichen den weiblichen Behältern und liegen wie diese in den Fussgliedern der oberen Thallusverzweigungen. Ich habe auch die jungen Anlagen gesehen und kann darum einige Angaben über die Entwicklung machen.

Fig. 27 A zeigt ein junges Konzeptakel. Auf dem Boden stehen die Anlagen der Sporangien. Sie haben einen reichen plasmatischen Inhalt und führen einen

grossen Kern. In einigen Präparaten, die aus »Susa»-fixiertem Material angefertigt wurden, waren die Kerne der Sporangien besonders gross und befanden sich in einem Prophasenstadium (Fig. 27 B). Es handelt sich vielleicht um ein Zygonemastadium mit mehr oder minder deutlich hervortretender Chromosomenpaarung. Nicht alle Chromosomen sind in der Figur eingezeichnet worden. Das Aussehen

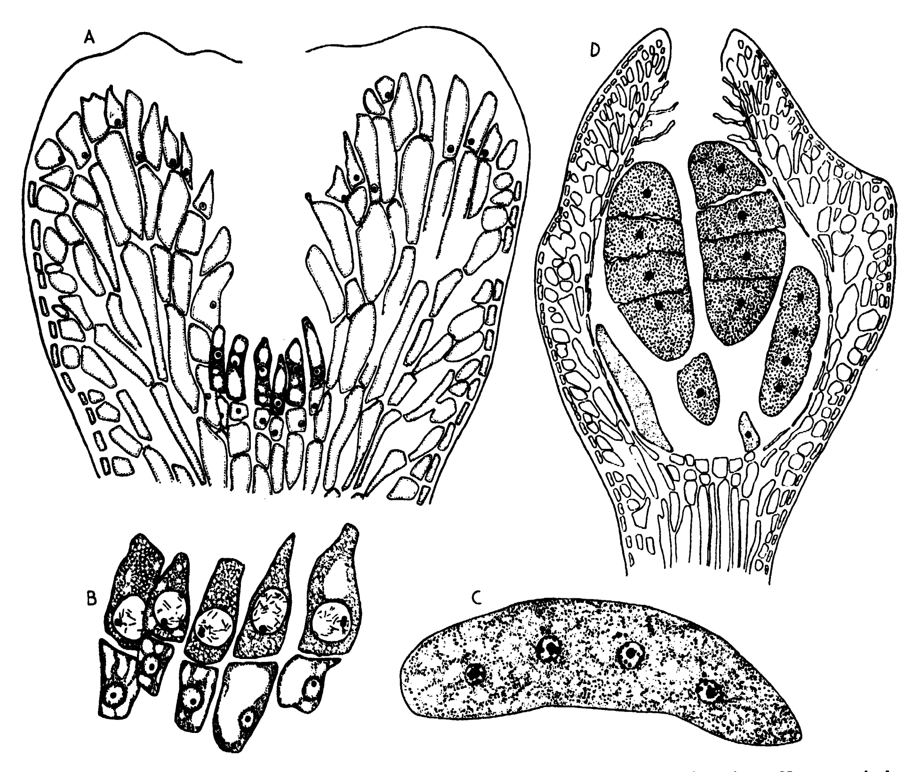


Fig. 27. *Corallina rubens.* Entwicklung der Tetrasporen. *A* Längsschnitt einer Konzeptakelanlage mit jungen Sporangien. *B* Tetrasporenmutterzellen mit dem Kern im Prophasenstadium. *C* Junge Tetraspore. *D* Längsschnitt eines Konzeptakels mit reifen Tetrasporen. — *A*, *C* × 340; *B* × 840; *D* × 200.

dieser Kerne erinnert an das der entsprechenden von *Rhodomela virgata,* deren Reduktionsteilung KYLIN (1914) untersuchte (siehe seine Taf. 4, Fig. 24 u. 25 oder KYLIN, 1937 Fig. 3 D-E). Vgl. auch die klassische Arbeit von YAMANOUCHI (1906) über *Polysiphonia violacea.* — YAMANOUCHI (1921 S. 92) hat die Teilung der Tetrasporenmutterzelle von *Corallina officinalis* var. *mediterranea* studiert. Wie bei *C. rubens* ist der Kern an Chromatinmaterial sehr arm, und er gibt an, dass kein wahres Spiremstadium sich entwickle. DAVIS (1898) erwähnt dies Stadium auch nicht.

Westbrook (1935 S. 573) fand aber bei ihrer Untersuchung von *Corallina officinalis* in den jungen Sporangien ein Spiremstadium. — Die folgenden Stadien der Reduktionsteilung habe ich nicht gesehen. Sie waren im Material leider nicht vorhanden. Fig. 27 C zeigt eine junge Tetraspore nach eben vollendeter Kernteilung. Die vier Kerne sind noch nicht völlig in das Ruhestadium eingegangen. Sie enthalten ausser dem Nukleolus eine Anzahl stark gefärbter, ziemlich grosser Körner, die im Kern zerstreut liegen. Dies sind gewiss Chromatinkörper. Ihre Zahl stimmt bisweilen mit der haploiden Chromosomenzahl überein. Bisweilen übersteigt sie aber diese nicht unbeträchtlich. Solche Chromatinkörper beobachtete schon Davis (l. c. S. 270—271) in den jungen Tetrasporenkernen von *Corallina officinalis* var. *mediterranea*. — Fig. 27 D stellt das fertige Konzeptakel mit den reifen Tetrasporen dar.

In einem Falle habe ich eine Zweigspitze beobachtet, in der sich zwei Konzeptakeln nebeneinander entwickelt hatten. Taf. II, Fig. 9 zeigt diese Anomalie.

Amphiroa rigida.

Material: Banyuls-sur-Mer, Pyrénées-Orientales, Französische Mittelmeerküste, Ende Mai und Anfang Juni 1935.

Die Art wurde von Lamouroux (1816) aufgestellt. Unter diesem Namen kommt sie u. a. in den folgenden Arbeiten vor: Kützing (1849 u. 1858), Areschoug (1852), Zanardini (1871), Ardissone (1883), Hauck (1885), Yendo (1902 u. 1905) und De-Toni (1905). Als Synonyme werden folgende Arten aufgefasst: *A. verruculosa* Kütz., *A. cladoniaeformis* Menegh., *A. spina* Kütz., *A. amethystina* Zanard., *A. irregularis* Kütz., *Corallina amethystina* Zanard. und *A. inordinata* Zanard. Siehe weiter De-Toni (l. c. S. 1807).

Ich fand die Art ganz in der Nähe des Laboratoriums zu Banyuls. Sie war dort sehr häufig und wuchs auf den flachen Felsen in einer Tiefe von ein paar Fuss. Die aufrechten, unregelmässig verzweigten Sprosse entspringen gruppenweise aus einer krustigen Wurzelschwiele und schliessen sich oft zu dichten Gebüschen zusammen. Sie sind ein bis einige Zentimeter hoch, gegliedert und im Durchschnitt kreisrund. Die Stämme sind weiter ziemlich dick, starr und zerbrechlich. Ihre Farbe ist eigentümlich bläulich-grau. Die Konzeptakeln sitzen an den oberen Thallusgliedern, oft dicht gedrängt. Sie sind klein und erheben sich nur wenig über die Thallusoberfläche.

Anatomie. Die Gattung *Amphiroa* hat sich als eine sehr polymorphe Gattung erwiesen. Die Arten sind äusserlich oft sehr variabel, ein Verhältnis, das den Systematikern grosse Schwierigkeiten bereitet hat. Es ist darum nicht erstaunlich, dass schliesslich versucht wurde, auch anatomische Merkmale zu finden, die neben den äusseren Charakteren der Systematik zugrunde liegen könnten. Das Verdienst, diesen Weg betreten zu haben, gebührt Weber-van Bosse. In ihrer wertvollen Arbeit über die Corallineae verae von der Siboga-Expedition (Weber-van

BOSSE und FOSLIE 1904) hat diese Forscherin einer Anzahl Arten der Gattung *Amphiroa* und verwandter Gattungen eine eingehende anatomische Untersuchung gewidmet. Auch YENDO (1904) legt in seiner Arbeit über die Genicula der Corallinen der Anatomie Bedeutung für die Systematik bei.

ZANARDINI (1844) richtete die Aufmerksamkeit auf einen Unterschied in der Anatomie zwischen *Corallina* und *Amphiroa*. Er betonte, dass in den Gattungen *Corallina* und *Jania* die Zellen der Zentralfäden immer dieselbe Länge haben, während bei *Amphiroa* kurze Zellen in bestimmten Abständen mit langen abwechseln (Fig. 28 A).

Einen anderen Unterschied zwischen diesen Gattungen hat SOLMS-LAUBACH (1881) hervorgehoben, und zwar dass bei *Amphiroa* die Deckzellen auch die Scheitelkuppe bedecken, während sie bei *Corallina*, wie oben geschildert wurde, erst in einigem Abstand von dieser abgeschieden werden.

Die Genicula sollen nach SOLMS ebenfalls in den beiden Gattungen verschieden sein. Bei *Corallina* bestehen sie ja immer aus nur einer Reihe Zellen, bei *Amphiroa* sollen sie aus zwei übereinander liegenden Reihen bestehen. Dies gilt für die von SOLMS untersuchten mediterranen Arten, aber, wie WEBER-VAN BOSSE und YENDO gezeigt haben, durchaus nicht für alle Arten der Gattung. Bei vielen Arten besteht das Gelenk aus mehr als zwei Reihen und in seltenen Fällen aus nur einer.

Nach diesen allgemeineren Bemerkungen möchte ich auf meine Untersuchung über *Amphiroa rigida* eingehen. Der Spross ist wie bei *Corallina* nach dem Springbrunnentypus aufgebaut. Die Zentralfäden werden durch Querteilungen der Scheitelzellen verlängert. Nur in der Peripherie scheiden sie auch durch schief gestellte Längswände Zellen ab. Diese biegen nach aussen und bilden dann durch Teilungen die Rinde (Fig. 28 A, B).

Die Rinde setzt sich aus Zellreihen zusammen, die senkrecht zur Oberfläche stehen. Auch in älteren, bereits ausgebildeten Stammgliedern besitzt die Rinde, wie SOLMS (l. c. S. 29) betont, ein ziemlich ausgiebiges Dickenwachstum. Dadurch können alte Konzeptakeln überwallt und in das Gewebe versenkt werden. Über diesen können dann neue angelegt werden. Die Rindenzellen sind kurz, oft etwas abgerundet.

Die Deckzellen werden, wie erwähnt, schon von den Zellen der Scheitelkuppe abgeschieden. Sie bilden über dieser eine geschlossene Schicht, die von Zeit zu Zeit durch Neubildung von unten her regeneriert und abgestossen wird (SOLMS l. c. S. 29 u. Taf. I, Fig. 1).

Fig. 28 A zeigt das Abwechseln von langen und kurzen Zellen in den Zentralfäden. WEBER-VAN BOSSE, die diese Einzelheit bei einer grossen Anzahl von Arten untersuchte, meint (l. c. S. 82), dass man trotz einer ziemlich grossen Variation doch eine gewisse Regel für die Abwechslung bei den verschiedenen Arten finden könnte. Bei *A. rigida* soll eine Reihe von kurzen Zellen mit zwei Reihen von langen abwechseln. Sie fügt aber hinzu, dass die Abwechslung bei dieser Art nicht so regelmässig ist, und ich habe auch gefunden, dass sehr oft eine Reihe kurzer mit einer Reihe langer Zellen abwechselt.

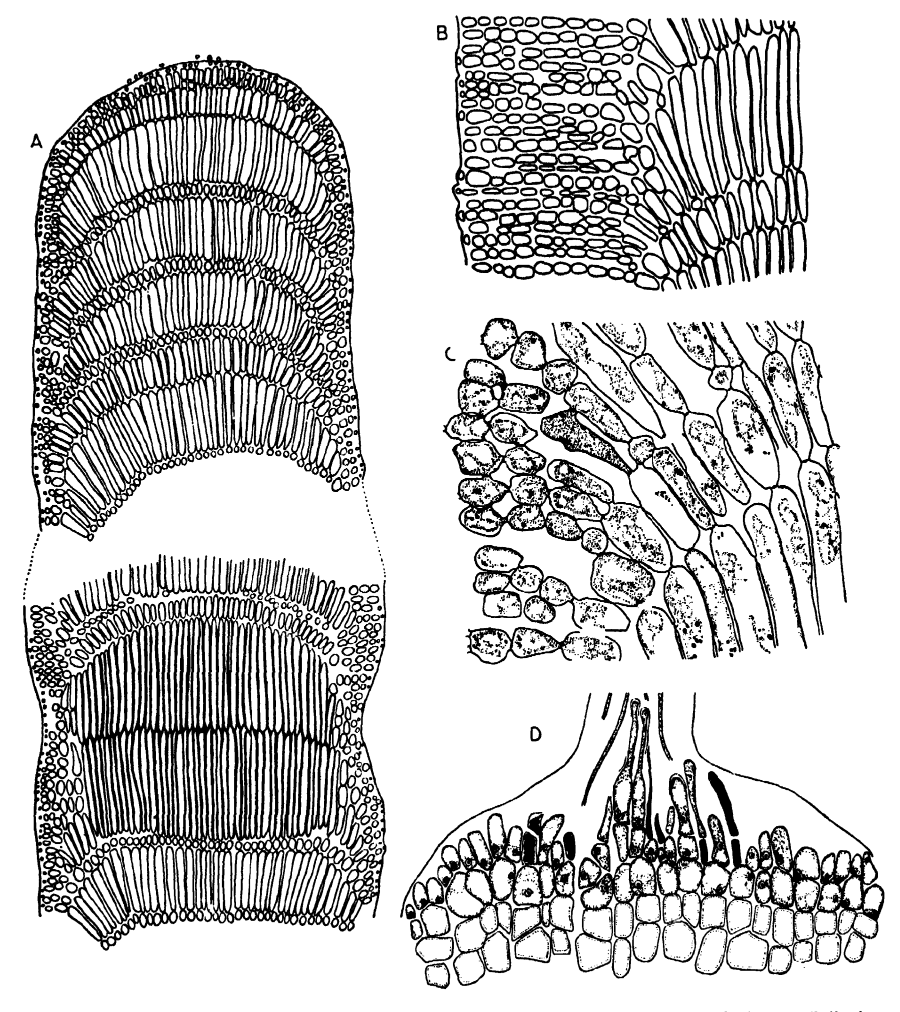


Fig. 28. *Amphiroa rigida.* *A* Sprossspitze mit dem obersten Gelenk; Längsschnitt. *B* Teil eines Längsschnittes durch ein älteres Sprossglied, das Mark- und Rindengewebe zeigend. *C* Längsschnitt durch die Region der Grenze zwischen Mark und Rinde, die primären und sekundären Tüpfel zeigend. *D* Konzeptakelhöhle mit jungen Prokarpien; Querschnitt. — *A* × 120; *B* × 210; *C* × 465; *D* × 560.

Die Gelenke bestehen bei *A. rigida,* wie schon Solms angibt, aus zwei gleich hohen Zellreihen. Sie haben dieselbe Länge wie die langen Gliederzellen. Die Zellen der beiden Reihen stehen nicht gerade übereinander, sondern keilen sich

mit ihren spitzen Enden zwischeneinander ein (Fig. 28 A; siehe auch YENDO, 1902 Taf. I, Fig. 6). Die Zellwände sind dick und färben sich sehr stark mit Hämatoxylin. Die Rinde bleibt eine Weile am Gelenk sitzen, bricht aber später auseinander.

Die Zellen ein und derselben Zellreihe kommunizieren in gewöhnlicher Weise durch die primären Tüpfel der Querwände. Zellen benachbarter Reihen treten in Verbindung miteinander durch direkte sekundäre Tüpfel. Diese Tüpfel kommen sowohl in der Rinde als auch in dem Mark und in den Gelenken vor (Fig. 28 C). Sie wurden zuerst von KOHL (1889 S. 149) erwähnt und dann von YENDO (1904 S. 24—25 u. 39) bei mehreren *Amphiroa*-Arten genau untersucht. Sie sind wie die primären Tüpfel mit einer dünnen Schliesshaut versehen. Wie YENDO betont, liegen sie im Mark und in den Gelenken auf derselben Höhe der Zellen, etwa um $^1/_3$ der Zellenlänge von der oberen Querwand entfernt (Fig. 28 C).

Die Entwicklung der Prokarpien vor der Befruchtung. Die Literatur bringt nur sehr wenige Angaben über die Entwicklung der Reproduktionsorgane der Gattung *Amphiroa*. In der Regel findet man nur Mitteilungen, die die Lage, Form und Grösse der Konzeptakeln betreffen. SOLMS-LAUBACH (l. c. S. 50) liefert einige Angaben über die Fruchtentwicklung und die Spermatienbildung von *A. rigida*, sie sind aber summarisch und nur von ein paar Figuren begleitet. Konzeptakeln mit unbefruchteten Prokarpien hat er nicht gefunden. Da mir ein ziemlich gutes Material zur Verfügung stand, bin ich in der Lage, eine einigermassen vollständige Darstellung der Entwicklungsgeschichte von *Amphiroa rigida* zu geben.

Die Konzeptakeln liegen, wie oben erwähnt, an den Seiten der oberen Sprossglieder. Sie sind in die Rinde eingesenkt und heben sich nur sehr wenig über deren Oberfläche (Fig. 29).

Ihre Bildung vollzieht sich in folgender Weise. An einer kreisrunden Partie der Rinde hält der Zuwachs inne. Die oberflächlichen Zellen füllen sich mit einem reichen Plasmainhalt, treten seitlich ausser Verband, teilen sich und erzeugen die Anlagen der Prokarpien. Die umgebenden, sterilen Zellen setzen ihren Zuwachs fort, biegen sich ein wenig über die fertile Gruppe hin und bewirken durch Teilungen die Dachbildung.

Die weitere Entwicklung verläuft wie bei *Corallina*. Die fertilen Anlagen schneiden durch schiefe Wände in der Regel je zwei Karpogonastanlagen ab. Von diesen teilt sich oft nur eine, nicht selten aber beide, und erzeugt einen zweizelligen Karpogonast mit langer Trichogyne (Fig. 28 C u. 29). Die Basalzellen werden zu Auxiliarzellen.

Während der Karpogonentwicklung strecken sich die umgebenden sterilen Zellen bedeutend, und die Dachbildung wird durch Zellteilungen weiter geführt. Die Prokarpien werden auf diese Weise in die Rinde eingesenkt, und die Konzeptakelmündung wird verengert. Im befruchtungsreifen Stadium stehen die Prokarpien sehr dicht gedrängt. Die Auxiliarzellen liegen mit den Seiten gewöhnlich dicht aneinander an. Wie bei den vorher behandelten Gattungen erreichen nur die mittleren Prokarpien die volle Entwicklung.

Die Entwicklung der Prokarpien nach der Befruchtung. Die Befruchtung habe ich nicht beobachtet. Nach der Befruchtung eines Karpogons dürfte wohl ein diploider Kern in die darunterliegende Auxiliarzelle übertragen werden. Darauf beginnen die Auxiliarzellen zu verschmelzen. Dies geschieht erst in der Mitte der Konzeptakeln und schreitet dann zur Peripherie hin fort. Fig. 30 A zeigt ein Konzeptakel mit beginnender Fusionierung der Auxiliarzellen. Die Karpogonäste sind mehr oder weniger degeneriert. Das Verschmelzen der Auxiliarzellen führt zur Bildung einer Fusionszelle, die oft eine charakteristische Form hat: in

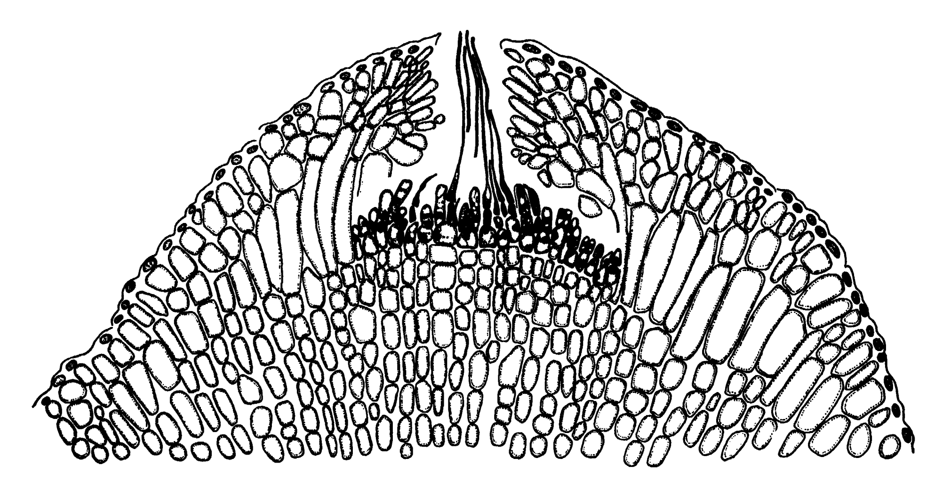


Fig. 29. *Amphiroa rigida.* Konzeptakel mit befruchtungsreifen Prokarpien; Querschnitt. — × 330.

der Mitte dick, nach den Enden hin schmäler werdend. Im Längsschnitt weist die Fusionszelle, wie auch Solms angibt, oft mehrere Unterbrechungsstellen auf (Fig. 30 B). In älteren Stadien ist sie mehr abgeplattet.

Die Entwicklung der Gonimoblasten. Die Fusionszelle erzeugt ringsum Gonimoblastfäden. Diese sprossen in der Regel nicht nur am Rande in einfacher Schicht aus, wie Solms (l. c. S. 50) angibt, sondern auch von der Oberfläche ein wenig vom Rande nach innen zu. Von oben gesehen, liegen darum die Karposporen gewöhnlich in zwei Kreisen (vgl. *Melobesia limitata*, S. 17). Die Gonimoblasten sind sehr kurz. Ihre oberen Zellen werden zu Karposporen ausgebildet (Fig. 30 B).

Die Entwicklung der Spermatangien. Über die Bildung der männlichen Körperchen hat Solms-Laubach (l. c. S. 50) einige Angaben gemacht. Die Art ist diözisch. Die männlichen Konzeptakeln sind flach, und ihre Diskusfläche ist sehr breit. Siehe Taf. IV, Fig. 13.

Das Anlegen der männlichen Behälter findet wie das der weiblichen statt. Statt Prokarpien erzeugen hier die eingesenkten Oberflächenzellen in der Regel

je zwei Spermatangienmutterzellen, die ihrerseits durch schiefe Wände gewöhnlich je zwei, bisweilen mehr, Spermatangien abschneiden. Fig. 30 C zeigt die rechte Hälfte eines Schnittes durch eine Konzeptakelanlage. Auf dem Boden stehen die Mutterzellen, von denen einige schon angefangen haben, Spermatangien

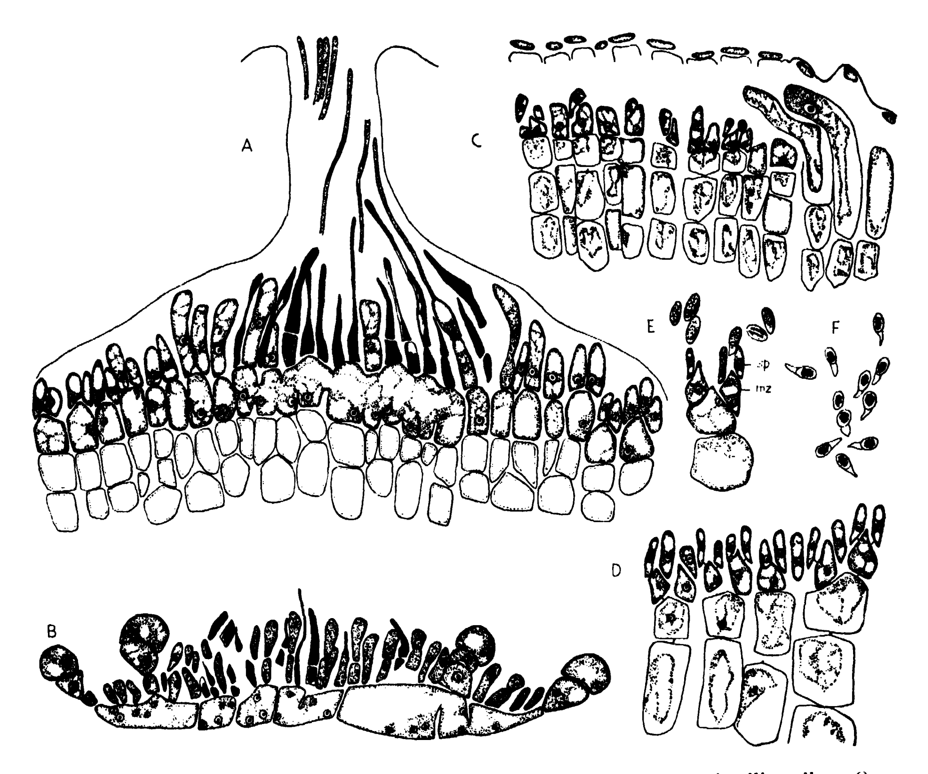


Fig. 30. *Amphiroa rigida*. *A* Konzeptakelhöhle mit verschmelzenden Auxiliarzellen: Querschnitt. *B* Fusionszelle mit Gonimoblasten. *C* Hälfte eines Querschnittes durch eine junge Anlage eines männlichen Konzeptakels. *D* Partie vom Boden eines männlichen Konzeptakels mit reifen Spermatangien. *E* Detail aus der spermatangienbildenden Schicht. *F* Abgetrennte Spermatangien mit dem Kern in Teilung. — *mz* Spermatangienmutterzelle; *sp* Spermatangium. — *A-C* × 590; *D-F* × 900.

abzuschneiden. Die umgebenden sterilen Zellen haben sich kräftig verlängert und biegen sich über die fertilen hin. Durch Teilungen liefern sie das Dach. In Fig. 30 D ist ein Stück des Bodens eines reifen Behälters abgebildet. Die Entwicklung stimmt, wie auch Solms hervorhebt, mit der von *Corallina rubens*, überein (vgl. Fig. 26 B). Die spermatangienbildende Schicht bedeckt aber bei *Amphiroa rigida* nur den Boden des Konzeptakels (siehe Taf. IV, Fig. 13).

Wie bei den vorher behandelten Arten werden die Spermatangien als solche abgetrennt. Schon vor der Abtrennung schickt sich der Spermatangienkern zur Teilung an (Fig. 30 E). Die Spermatangien bleiben im Konzeptakel liegen,

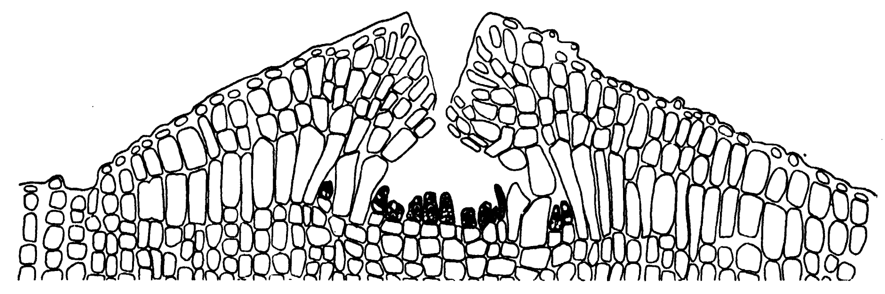


Fig. 31. *Amphiroa rigida.* Längsschnitt durch ein Konzeptakel mit Sporangienanlagen. — × 280.

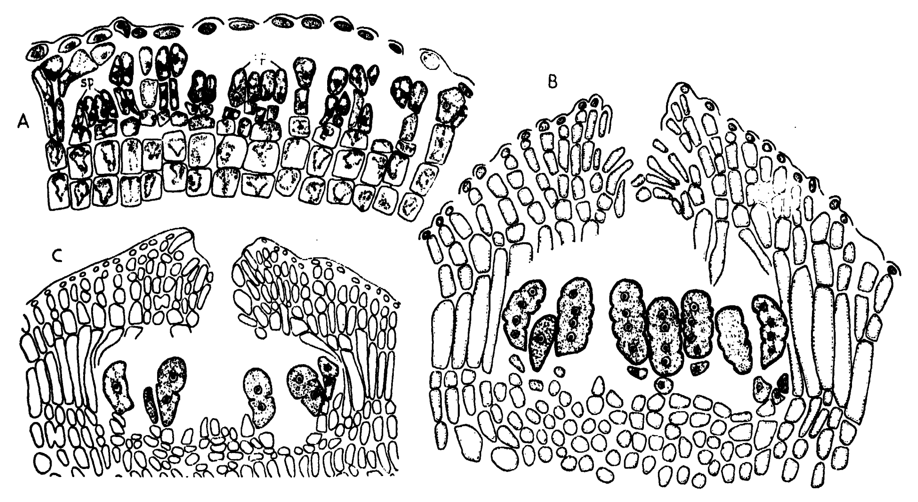


Fig. 32. *Amphiroa rigida.* Sporangienentwicklung. *A* Sehr junge Konzeptakelanlage. *B* Konzeptakel mit Tetrasporen. *C* Konzeptakel mit Bisporen. — *sp* Sporangienanlage. — *A-B* Querschnitte; *C* Längsschnitt. — *A* × 350; *B* × 310; *C* × 200.

und hier schreitet die Kernteilung weiter. Das Plasma mit dem Kern zieht sich in das Vorderende zusammen, wobei die Zellwand des hinteren Spermatangiumteils als ein kleines Anhängsel hervortritt (Fig. 30 F).

Die Entwicklung der Tetrasporen. Die Sporangienbehälter entwickeln sich wie die weiblichen und männlichen Behälter aus der Rinde und heben sich im reifen Zustand ein wenig über die Oberfläche.

Fig. 31 stellt einen Längsschnitt durch ein junges Konzeptakel dar. Auf dem Boden stehen die Sporangienanlagen. Es sind kurze, nach oben etwas zugespitzte Zellen mit reichem Plasmainhalt und einem grossen Kern. Sie sind nie gleichförmig über den ganzen Boden verteilt. In der Peripherie wird nämlich die Sporangienschicht von sterilen Zellen unterbrochen. Diese strecken sich und beteiligen sich unter Teilungen an der Dachbildung. Fig. 32 A zeigt eine noch jüngere Konzeptakelanlage.

Die jungen Sporangien vergrössern sich beträchtlich. Ihr Kern macht die Reduktionsteilung durch, und die Querwände werden ausgebildet. Fig. 32 B zeigt ein älteres Konzeptakel mit verhältnismässig jungen Tetrasporen, in denen sich die Wandbildung abspielt. Die Sporangien verdrängen bei ihrem Zuwachs die dazwischenstehenden sterilen Fäden.

Bisweilen werden statt Tetrasporen Bisporen erzeugt. Fig. 32 C stellt ein Konzeptakel mit solchen Bisporen dar. Früher sind Bisporen bei den Corallinae verae nicht bekannt (BAUCH, 1937 S. 368).

Choreonema Thureti.

Material: Banyuls-sur-Mer, Pyrénées-Orientales, Französische Mittelmeerküste, parasitisch auf *Corallina rubens*, Ende Mai 1935.

Diese Alge ist zum ersten Male von HARVEY in Phycologia Britannica (1846—51, Taf. 201, Fig. 5—8) abgebildet worden. HARVEY betrachtete ihre Konzeptakeln als eine Fruchtform des Wirtes, *Corallina squamata*. THURET u. BORNET (1878) erkannten die parasitische Natur der Alge, und BORNET beschrieb sie unter dem Namen *Melobesia Thureti*. Unter diesem Namen kommt sie bei SOLMS-LAUBACH (1881) und HAUCK (1885) vor. ARDISSONE (1883) brach sie ganz berechtigt aus der Gattung *Melobesia* heraus und benannte sie *Endosiphonia Thureti*. Da ZANARDINI früher (1878) diesen Gattungsnamen einer Rhodomelaceen-Gattung gegeben hatte, taufte SCHMITZ (1889) die Alge in *Choreonema Thureti* um. Diesen Namen hat sie dann behalten (siehe ENGLER-PRANTL, 1897 S. 541 und DE-TONI, 1905 S. 1721 u. 1924 S. 644).

Choreonema Thureti ist als Parasit an verschiedenen *Corallina*-Arten gefunden worden. Sie beeinträchtigt in keiner Weise die Gestaltung der Wirtspflanze, warum man ihr Vorhandensein nur im fertilen Zustand mit an den Sprossen der Wirtspflanze sitzenden Konzeptakeln erkennt. THURET u. BORNET (l. c. Taf. 50, Fig. 1) liefern ein Habitusbild eines Sprosses von *Corallina rubens* mit den Konzeptakeln der *Choreonema*.

In anatomischer und entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht ist *Choreonema* von THURET und BORNET (1878), SOLMS-LAUBACH (1881) und MINDER (1910) untersucht worden. THURET und BORNET machen wertvolle Angaben über die Entwicklung der Konzeptakeln und geben von diesen einige Abbildungen. SOLMS erweiterte durch eine mühsame Präparation vor allem die Kenntnis des vegetativen Systems und

der Anlage der Fruchtbehälter. Die beiden Arbeiten geben aber keineswegs volle Klarheit über alle Einzelheiten der Entwicklungsgeschichte.

MINDERS (l. c.) Arbeit über *Choreonema Thureti* ist besonders eingehend. Vor ihm hat kein Forscher eine so genaue Untersuchung über die Entwicklungsgeschichte einer Corallinaceengattung vorgelegt. Er liefert eine vollständige Darstellung der Frucht- und Tetrasporenentwicklung und gibt viele schöne und zutreffende Abbildungen bei.

Meine eigene Untersuchung über *Choreonema* bringt darum nicht viel Neues. Das Neue betrifft eigentlich nur die Spermatangienentwicklung, die MINDER nicht untersucht hat. Im übrigen bestätigt meine Untersuchung die Ergebnisse MINDERS, was aus meinen Abbildungen hervorgeht.

Anatomie. Der Thallus besteht aus einem Faden, der zwischen den Zellreihen des Wirtes läuft. Der Faden ist aus mehreren langen Zellen zusammengesetzt und ist oft verzweigt. Die Zweige können die Rinde des Wirtes durchbrechen und an ihren Enden zur Konzeptakelbildung schreiten (siehe Fig. 33 A). An den Fadenzellen findet man seitlich kleine, durch uhrglasförmige Wände herausgeschnittene Zellen. Jede Fadenzelle trägt eine bis drei solche Zellen. Sie sitzen oft an verschiedenen Seiten. Nach SOLMS sollen sie nur in Einzahl und auch nur an einer Seite vorkommen. Sie sollen nach ihm den Deckzellen der Melobesien entsprechen. MINDER (l. c. S. 9) fasst sie aber als Reste einer früher vorhandenen Verzweigung auf, was wohl wahrscheinlicher sein dürfte.

Bei der Konzeptakelbildung entwickelt sich in der Rinde des Wirtes ein Zellkomplex, aus welchen die das Konzeptakel aufbauenden Zellfäden entspringen (Fig. 33 A u. B). Es wird ein Büschel von pseudodichotomisch verzweigten Fäden gebildet, der die Rinde durchbricht. Die Endzellen der peripheren Zellreihen erfahren beim weiteren Wachstum eine kräftige Streckung und werden nach ihrem Ende hin breiter (Fig. 33 C u. 35 C). Schliesslich wird am breiten Ende eine plattenförmige Zelle abgeschnitten. Diese Zelle nennt MINDER Rindenzelle, und sie soll laut ihm den Rindenzellen der Corallinaarten analog sein. Vielleicht meint MINDER mit Rindenzellen die Deckzellen. die in der älteren Literatur bisweilen unter diesem Namen gehen. Ich halte es für wahrscheinlich, dass die fraglichen Zellen den Deckzellen der Corallinaarten entsprechen. Wie diese sind sie plattenförmig und bilden eine dicht schliessende Aussenschicht. Ob sie verkalkt sind, habe ich nicht entscheiden können. Eine eigentliche Differenzierung in Zentralfäden und Rinde würde demnach bei *Choreonema* fehlen. — Die ganze Konzeptakelanlage ist von einer Schleimlamelle umhüllt, die gleichmässig in die des Corallinasprosses übergeht.

Die Endzellen derjenigen Zellreihen, die die Innenseite der Konzeptakelwand aufbauen, erzeugen kleine, längliche Zellen, die das Ostiolum umgeben (Fig. 33 C u. 34 A u. B).

Im allgemeinen dürfte wohl das Konzeptakel aus einem einzigen parasitischen Faden hervorgehen. Dass aber zwei verschiedene, zufällig nebeneinanderliegende Fadensysteme durch gemeinsame Weiterentwicklung ein Konzeptakel erzeugen

können, beweist, wie Minder betont, das Vorkommen von hermaphroditen Konzeptakeln. Ein solches ist in Taf. III, Fig. 10 zu sehen.

Die Endzellen der mittleren Reihen erzeugen die Reproduktionsorgane.

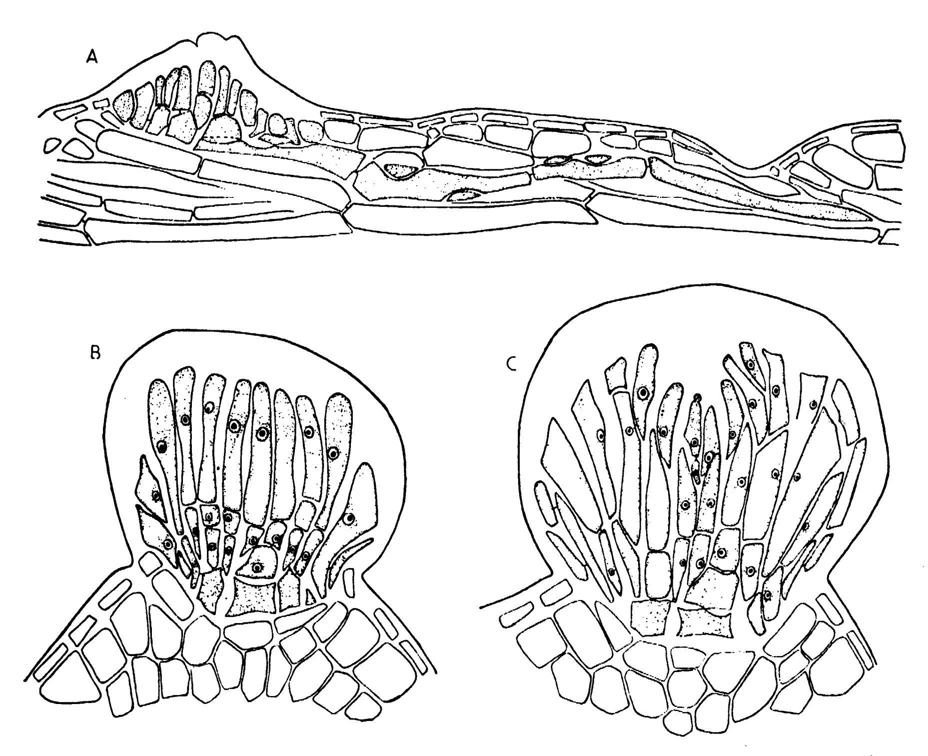


Fig. 33. *Choreonema Thureti.* *A* Thallus mit Konzeptakelanlage, parasitisch in Corallina rubens; Längsschnitt. *B* Konzeptakelanlage; Querschnitt. *C* Konzeptakel mit jungen Prokarpien; Querschnitt. — *A* × 420; *B-C* × 660.

Die Entwicklung der Prokarpien vor der Befruchtung. Die Figuren 33 D und 34 A—C geben über die Prokarpienentwicklung Aufschluss. Die Endzellen teilen sich durch eine sehr schief gestellte Wand in zwei, von denen die untere, grössere die Auxiliarzelle darstellt. Die obere ist die Anlage eines Karpogonastes. Sie teilt sich durch eine transversale Wand in zwei, von denen die obere zum Karpogon wird und eine lange Trichogyne enwickelt. Die untere, die hypogyne Zelle, wird sehr klein. Sie steht in Tüpfelverbindung mit der Auxiliarzelle.

Das fertige, befruchtungsreife Prokarp besteht also bei *Choreonema* aus einer Auxiliarzelle und einem zweizelligen Karpogonast, der schief von dieser ausgeht.

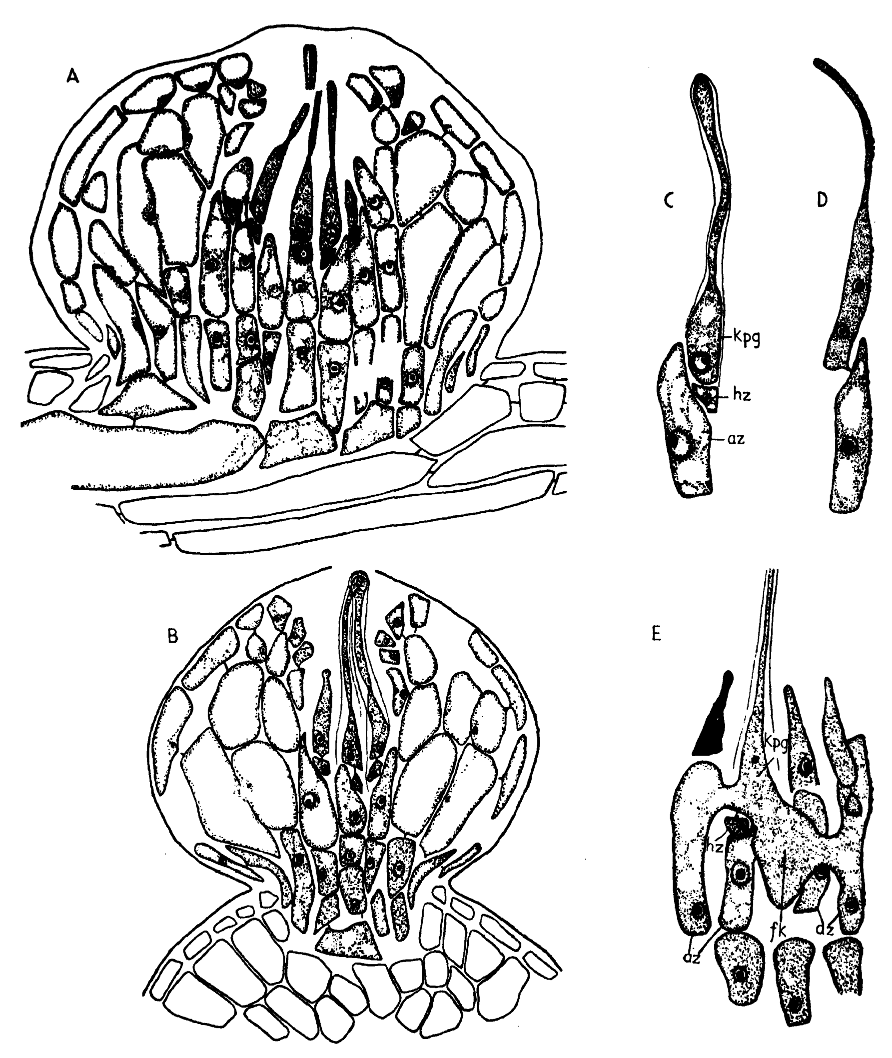


Fig. 34. *Choreonema Thureti.* *A* Konzeptakel mit befruchtungsreifen Prokarpien; Längsschnitt. *B* Dito; Querschnitt. *C* Befruchtungsreifes Prokarp. *D* Anomales Prokarp. *E* Prokarpien nach der Befruchtung; Erklärung im Text. — *az* Auxiliarzelle; *hz* hypogyne Zelle; *kpg* Karpogon; *fk* Fortsatz des befruchteten Karpogons. — *A-B* × 700; *C-D* × 1075; *E* × 1110.

Das zugespitzte obere Ende der Auxiliarzelle ragt bis zur Mitte des Karpogonbauches hinauf (Fig. 34 C). Weiter unten (S. 77) komme ich auf dieses charakteristische Prokarp zurück.

Die Entwicklung der Prokarpien beginnt in der Mitte der Konzeptakeln und schreitet zentrifugal fort. Auch die peripheren können aber völlig ausgebildet werden (Fig. 34 B; vgl. auch MINDER, S. 14).

Fig. 34 D zeigt eine Anomalie der Karpogonastbildung. Die hypogyne Zelle ist nicht abgeschnitten worden.

Die Entwicklung der Prokarpien nach der Befruchtung. MINDER hat viel Arbeit auf das Studium der Entwicklung nach der Befruchtung verwendet. Da es sich erwies, dass Längsschnitte keine klare Vorstellung von den Verhältnissen gaben, hat er die spätere Entwicklung an Querschnitten verfolgt. Es stellte sich heraus, dass sich die Entwicklung bei *Choreonema* nicht in ganz gleicher Weise wie bei den anderen Corallinaceen abspielt. Weil MINDERS Untersuchung so zuverlässig scheint, hielt ich es nicht für nötig, eine Nachprüfung an Querschnitten zu machen. An Längsschnitten habe ich soviel gesehen, dass man die Angaben von MINDER für richtig halten muss.

Nach der Befruchtung beginnt die Zygote anzuschwellen, tritt in Verbindung mit dem aufschiebenden Teil der zugehörigen Auxiliarzelle und verschmilzt mit ihr. Darauf treibt das befruchtete Karpogon nach den benachbarten Auxiliarzellen anderer Äste Fortsätze, die mit den fraglichen Auxiliaren verschmelzen. Die hypogyne Zelle wird nicht in die Fusion einbezogen. Ich verweise auf die Figur 34 E und MINDERS ausgezeichnete Bilder.

Allmählich werden alle Auxiliarzellen des Konzeptakels von den Fortsätzen des befruchteten Karpogons aufgesucht, mit welchen sie verschmelzen. Die Auxiliaren verschwinden aber nicht völlig in der Verschmelzung, sondern bewahren mindestens nach ihrer Basis hin ihre Selbständigkeit. Die Lappen der Zygote schieben sich zwischen die Auxiliarzellen hinein, und statt der bei den anderen Corallinaceen bekannten regelmässigen Fusionsscheibe entwickelt sich hier eine unregelmässige Bildung. Die Abbildungen, Taf. III, Fig. 11—12, dürften hierüber wenigstens einen gewissen Aufschluss geben.

Der befruchtete Kern teilt sich, und die diploiden Tochterkerne wandern in die peripheren Lappen aus. Hier gelangen sie in die Karposporen, die nun am Rande abgeschnitten werden.

Die Entwicklung der Gonimoblasten. Die Gonimoblasten entwickeln sich bei *Choreonema* auch in etwas anderer Weise als bei den anderen Corallinaceen. Aus den obenerwähnten Randlappen werden die Karposporen in Reihen durch uhrglasförmige Wände herausgeschnitten. Alle Zellen der Reihen werden zu Karposporen (siehe Taf. III, Fig. 11—12).

Die Entwicklung der Spermatangien. Die männlichen Konzeptakeln bauen sich in ähnlicher Weise wie die weiblichen auf, sind aber viel kleiner. Die fertilen Zellen bekleiden fast die ganze Innenwand des Behälters, nur zur Mündung hin gehen sie in sterile, etwas ausgezogene Zellen über.

Die Figuren 35 A u. B geben über die Spermatangienbildung Aufschluss. Die die Innenwand bekleidende fertile Schicht besteht aus Mutterzellen, die in üblicher Weise durch schiefe Wände die Spermatangien abschneiden. SOLMS' (l. c. S. 57)

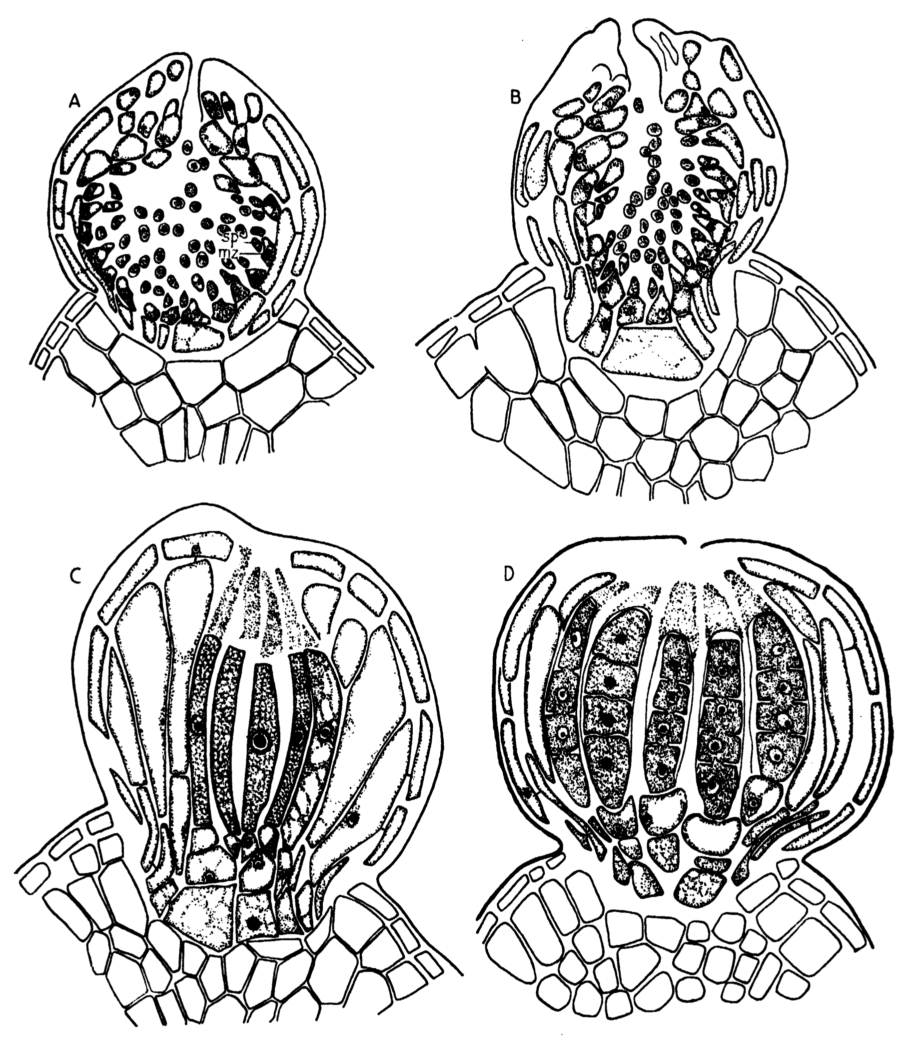


Fig. 35. *Choreonema Thureti.* Querschnitte. *A-B* Männliche Konzeptakeln. *C* Konzeptakel mit jungen Tetrasporangien. *D* Konzeptakel mit reifen Tetrasporangien. — *mz* Spermatangienmutterzelle; *sp* Spermatangium. — *A-B* × 735; *C-D* × 700.

Angabe, dass die Spermatangien durch reihenweise Abschnürung erzeugt werden, ist nicht richtig.

Die Spermatangien sind sehr klein. Demzufolge war es schwierig zu entscheiden, ob sie sich auch hier als solche abtrennen. Es dürfte aber wohl so sein.

Schon BORNET u. THURET (l. c.) beobachteten, dass die männlichen Körperchen kleine Anhängsel haben. Solche Anhängsel habe ich bisweilen beobachtet.

Die Kerne der freien Spermatangien machen auch bei *Choreonema* eine Teilung durch. Die Teilungen traten an Material sehr deutlich hervor, das ich in der Fixierflüssigkeit »Susa» fixiert hatte.

Die Entwicklung der Tetrasporen. In den Tetrasporenkonzeptakeln erzeugen die Diskuszellen Sporangienanlagen. Diese strecken sich in die Länge und füllen sich mit einem dichten Plasma (Fig. 35 C). Über jedem Sporangium steht ein Gallertpropfen. Dieses Gallert verschwindet bei der weiteren Entwicklung, und eine gemeinsame Mündung wird erzeugt. Der grosse Kern macht die Reduktionsteilung durch, und durch Querwände wird die Tetraspore gebildet (Fig. 35 D). Die Zellen der Konzeptakelwand werden durch die sich vergrössernden Tetrasporen stark zusammengedrückt.

Epilithon membranaceum.

Material: Kristineberg, Westküste von Schweden, epiphytisch auf *Furcellaria fastigiata*, Anfang Juni 1933.

Die Art wurde von ESPER (1786) unter dem Namen *Corallina membranacea* aufgestellt. In einer Reihe von Arbeiten, z. B. bei LAMOUROUX (1816), ARESCHOUG (1852), ROSANOFF (1866), SOLMS-LAUBACH (1881) und HAUCK (1885), kommt sie unter dem Namen *Melobesia membranacea* vor. HEYDRICH (Melobesiae, 1897 S. 408) bricht sie aus guten Gründen aus der Gattung *Melobesia* heraus und stellt sie als typische Art einer neuen Gattung *Epilithon* auf. FOSLIE (Rev. Syst. Surv. of Melob. 1900 u. Rem. on North. Lith. 1905) betrachtet *Epilithon* als ein Subgenus von *Lithothamnion* und nennt die fragliche Art *Lithothamnion membranaceum*. Unter diesem Namen kommt sie auch bei DE-TONI (1905) vor. LEMOINE (1912 in COTTON: Marine Algae, Clare Island Survey, S. 151 und 1913), ROSENVINGE (1917), DE-TONI (1924) und KYLIN (1928) benutzen den HEYDRICH'schen Namen, was ich auch angemessen finde.

Epilithon membranaceum bildet auf verschiedenen Algen kleine runde oder unregelmässig gekerbte Krusten, die sehr zart sind.

Die Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Art hat KYLIN (1928) sehr genau untersucht. Meine Untersuchung bringt eigentlich nichts Neues, sondern bestätigt nur die Ergebnisse KYLINS. Da die entwicklungsgeschichtlichen Einzelheiten bei *Epilithon* in wesentlichen Punkten von denen der oben behandelten Gattungen abweichen, will ich eine kurze Darstellung der Anatomie und Entwicklungsgeschichte geben. Ich verweise dabei auf die guten Abbildungen bei KYLIN (l. c. S. 38—40).

Anatomie. Der Thallus besteht wie bei *Melobesia* aus einer ursprünglich einschichtigen Zellscheibe, die sich durch Randwachstum vergrössert. Im Gegensatz zu *Melobesia* scheint *Epilithon* keine Trichocyten zu haben. Jede Zelle der

monostromatischen Scheibe schneidet eine Deckzelle ab und teilt sich dann durch eine Querwand in eine obere kleinere und eine untere grössere Zelle. KYLIN richtet die Aufmerksamkeit auf die interkalare Natur dieser Teilung. In den Basalzellen kann dann noch eine (ausnahmsweise zwei) interkalare Zellteilung folgen, so dass der vegetative Thallus, von der Deckzellschicht abgesehen, aus 2—3(—4) Zellschichten besteht. Die Teilungen spielen sich bei *Epilithon* in der Basalzelle ab, bei *Melobesia* (S. 9) dagegen in derjenigen Zelle, die die Deckzelle trägt. In der Konzeptakularregion, wo die Scheibe noch dicker wird, teilt sich die Basalzelle nicht weiter, sondern die Teilungen finden hier in den deckzelltragenden Zellen statt (Fig. 36).

Zellen benachbarter Reihen treten wie bei *Melobesia* durch Fusion in Verbindung miteinander.

Die Entwicklung der Prokarpien vor der Befruchtung. Bei der Bildung der weiblichen Konzeptakeln entwickeln sich aus der Basalscheibe eine Gruppe aufrechter Fäden. Die über der Basalscheibe liegenden zwei bis drei Zellschichten werden dabei aufgehoben und schliesslich völlig abgeworfen. Bei *Melobesia*, *Lithophyllum* und *Amphiroa* wird nur die Deckzellschicht auf diese Weise abgeworfen.

In der Mitte der Gruppe werden die Fäden fertil, in der Peripherie erzeugen sie die Konzeptakelwand. Die Entwicklung geht im Zentrum des Konzeptakels etwas schneller, und hier entwickeln sich die Fäden zu dreizelligen Karpogonästen. Ringsum diese Karpogonäste werden die fertilen Fäden nur zweizellig und bilden keine Karpogone aus. — Aus ein und derselben Basalzelle können mehrere fertile Fäden entwickelt werden.

Die Entwicklung der Prokarpien nach der Befruchtung. Nach der Befruchtung dürfte das befruchtete Karpogon einen Fortsatz nach unten treiben, der sich mit der ersten Zelle des Karpogonastes verbindet und einen diploiden Kern in diese überführt. Die erste Zelle der Karpogonäste und der peripheren zweizelligen Fäden stellt je eine Auxiliarzelle dar.

Nach der Einführung des diploiden Kerns in die Auxiliarzelle verschmelzen alle Auxiliarzellen des Konzeptakels zu einer grossen scheibenförmigen Fusionszelle. Auf der Oberseite dieser Fusionszelle stehen in der Mitte die Reste der Karpogonäste, mehr seitlich die obersten Zellen der zweizelligen Äste, die sich zu mehr oder weniger langen Schläuchen umwandeln.

Die Entwicklung der Gonimoblasten. Am Rande der Fusionszelle sprossen dann ringsum die Gonimoblastketten aus. Sie sind bei *Epilithon* ziemlich kurz, bestehen aus nur zwei bis drei Zellen. Die obersten Zellen bilden Karposporen.

Die Entwicklung der Spermatangien. Die Entwicklung des männlichen Konzeptakels findet in einer Weise statt, die nicht wenig von der Bildungsweise bei den oben behandelten Gattungen abweicht. Es wird eine Gruppe aufrechter, fertiler Fäden entwickelt. Die mittleren dieser Fäden bestehen nur aus zwei Zellen, welche Spermatangienmutterzellen abschneiden. Seitlich von dieser Mittel-

gruppe entwickeln sich die Fäden kräftiger. Nur die zwei unteren Zellen dieser Fäden spalten Spermatangienmutterzellen ab, die oberen Zellen erzeugen Seitenäste, die dazu beitragen, die Konzeptakelwand herzustellen. Bei der weiteren Entwicklung trennen sich die beiden Zellschichten, welche Spermatangienmutterzellen tragen, voneinander. Dadurch entsteht eine Höhle, die ringsum mit Spermatangienmutterzellen bekleidet ist. Diese letzteren schneiden nun durch schiefe Wände je mehrere Spermatangien ab.

Die Entwicklung der Tetrasporen. Die Tetrasporenkonzeptakeln von *Epilithon* gehören einem ganz anderen Typus als die der oben behandelten Gattungen an. Die Tetrasporangien stehen in Gruppen oder Sori, mit sterilen Zellfäden untermischt. Über jedem Tetrasporangium wird eine Pore ausgebildet, und das Dach des definitiven Konzeptakels wird somit durch eine grosse Anzahl Poren durchbrochen.

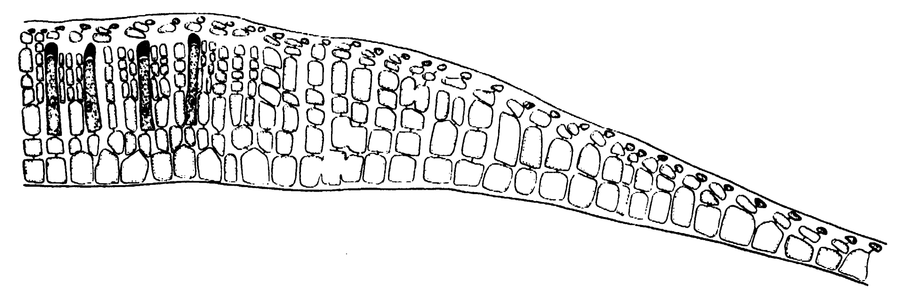


Fig. 36. *Epilithon membranaceum.* Thallus mit Sporangienanlagen; radialer Querschnitt. — × 370.

Fig. 36 zeigt eine junge Konzeptakelanlage. Aus der Basalscheibe entwickeln sich fertile und sterile aufrechte Zellfäden. Die sterilen werden oben verzweigt, die fertilen bleiben unverzweigt. Diese bestehen nur aus je zwei Zellen, und zwar aus einer unteren sterilen und einer oberen, welche die Sporangienanlage darstellt. Die sterilen Fäden bestehen aus je zwei grösseren unteren und je mehreren kleineren oberen. Über der ganzen Anlage liegen die oberen Zellschichten der Mutterpflanze, die später abgeworfen werden.

Beim Zuwachs der sterilen Zellfäden verlängern sich die jungen Sporangien kräftig. In ihrer Spitze tritt eine eigentümliche Membranverdickung auf. Die Spitzen dieser Verdickungen liegen in derselben Höhe wie diejenigen der sterilen Fäden.

Während der weiteren Entwicklung streckt sich die zweite Zelle der sterilen Fäden kräftig in die Länge, und die kleinen oberen Zellen werden dabei aufgehoben. Diese Zellen bilden das Dach des Konzeptakels. Es wird von den obenerwähnten Membranverdickungen durchzogen, welche sich später auflösen und die Poren bilden.

Im reifen Konzeptakel sind die langen sterilen Zellen zwischen den Tetrasporangien verdrängt, und ein grosser Hohlraum ist dadurch zustande gekommen. Der Boden desselben besteht aus zwei Zellschichten, von denen die untere die Basalscheibe der Mutterpflanze darstellt, die obere aus den Basalzellen der aufrechten Zellfäden gebildet ist.

Lithothamnion lichenoides.

Material: Roscoff, Finistère, Französische Westküste, Ende Juli und Anfang August 1932, Anfang August 1936, an *Corallina officinalis* haftend.

Diese Art ist zum ersten Male von Ellis u. Solander (1786 Taf. 23, Fig. 10) sicher abgebildet worden. Sie kommt in dieser Arbeit (S. 131) unter dem Namen *Millepora lichenoides* vor und wird in die Tiergruppe Zoophyta eingereiht. Philippi (1837 S. 389) beschreibt sie als Pflanzenart und teilt ihr den Namen *Lithophylium lichenoides* zu. Unter diesem Namen kommt sie dann bei mehreren Autoren vor, z. B. Areschoug (1852 S. 515: *Melobesia* [*Lithophyllum*] *lichenoides*), Rosanoff (1866), Hauck (1885) und Lemoine (1911). Heydrich (1897, Melobesiae, S. 412) zählt die Art wegen des Baus der Tetrasporenkonzeptakeln zu der Gattung *Lithothamnion*. Ihm folgen Foslie (1898, List of Sp.; 1900, Rev. Syst. Surv.; 1929) und De-Toni (1905 u. 1924).

Nach Untersuchung der Prokarpienentwicklung reiht Heydrich (1907 und 1909) die Art in die von ihm (Heydrich, 1900, Weiterer Ausbau des Corallinensystems) aufgestellte neue Gattung *Sphaeranthera* ein. Da die Ergebnisse der Heydrich'schen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen nicht zuverlässig sind, dürfte man diese Gattung nicht aufrechterhalten können.

In neuerer Zeit hat Lemoine (1928) eine neue Gattung, *Mesophyllum*, aufgestellt, zu der u. a. diese Art gezählt wird. Die Arten, welche Lemoine in die Gattung *Mesophyllum* einreiht, sind dadurch gekennzeichnet, dass die Reproduktionsorgane wie diejenigen der Gattung *Lithothamnion* ausgebildet sind, die Anatomie dagegen dem *Lithophyllum*-Typus gehört. Über das Aufstellen dieser Gattung siehe unten. Ich ziehe es wegen des Baues der Reproduktionsorgane vor, die Art *Lithothamnion lichenoides* zu nennen. — Betreffs der Nomenklatur vgl. ferner Lemoine (1911 S. 127).

Lithothamnion lichenoides bildet dünne, blattartige Krusten von anfänglich halbmond- oder fächerförmigem Umkreis. Der Rand treibt Prolifikationen und wird später mehr oder weniger gelappt. Die Krusten haften mit der Unterseite teilweise an gröberen Algen, besonders *Corallina officinalis*, oder Steinen; der Rand ist aber immer frei abstehend.

Die Konzeptakeln sind auffallend gross, abgeplattet halbkugelig und scharf abgegrenzt.

Das Material, das ich untersucht habe, gehört sicher der f. *pusilla* Fosl. an. Diese Form ist bei Foslie (1929 Taf. XI, Fig 1—4) abgebildet worden.

Anatomie. Den Thallusaufbau von *Lithothamnion lichenoides* kennen wir in den Hauptzügen schon durch ROSANOFFS (1866) ausgezeichnete Arbeit. Seine ausserordentlich treffenden Abbildungen geben eine sehr gute Vorstellung über die Anatomie der Art.

Später hat vor allem LEMOINE (1911 S. 127) die Art anatomisch untersucht.

Im radialen Querschnitt sieht man, dass sich die Kruste zum grössten Teil aus einem Hypothallium aufbaut, während das Perithallium nur schwach entwickelt ist. Das Hypothallium besteht aus Zellfäden, die durch Teilungen an dem wulstartigen Thallusrand in die Länge wachsen (Fig. 37 A). Die Zellen der verschie-

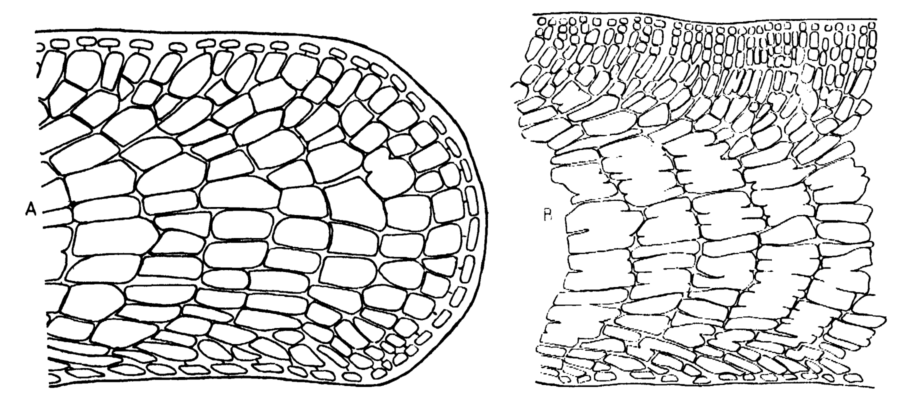


Fig. 37. *Lithothamnion lichenoides.* Radiale Querschnitte *A* durch den Thallusrand. *B* durch einen älteren Thallus. — *A* × 395; *B* × 260.

denen Fäden enden in einer regelmässigen Weise, so dass sie konzentrische Zonen bilden. Die Form der Zellen ist rechteckig. Zellen benachbarter Fäden fusionieren oft in ihrer ganzen Länge miteinander (Fig. 37 B).

Die Dicke des Hypothalliums ist sehr konstant. — An der Oberseite biegen sich die Hypothalliumfäden schräg nach oben und bilden kurze, mehr oder weniger aufrechte Zellreihen, die das Perithallium darstellen (Fig. 37 B). Wie LEMOINE (l. c. S. 129) angibt, liefert jeder Hypothalliumfaden dabei durch Teilung in der Regel zwei Perithalliumreihen. Die Perithalliumzellen sind rechteckig wie die Hypothalliumzellen, aber beträchtlich kleiner als diese. Die obersten Zellen bilden eine dicht schliessende Schicht (LEMOINE, l. c. S. 129). Es sind die Deckzellen. Auch am Rande werden Deckzellen abgeschnitten (Fig. 37 A). Die Zellteilungen spielen sich in den unter den Deckzellen liegenden Zellen ab (Fig. 37 A).

An der Unterseite laufen die Hypothalliumfäden schräg nach unten. Ein Gegenstück zum Perithallium wird hier kaum entwickelt. An den frei abstehenden Partien werden aber, wie aus Fig. 37 A hervorgeht, auch hier Deckzellen abgespaltet. ROSANOFF (l. c. Taf. VII, Fig. 1) bildet Deckzellen sowohl an der

Ober- als auch an der Unterseite deutlich ab, sagt aber im Text nichts darüber. LEMOINE (l. c. S. 129) gibt sie nur für die Oberseite an. OLTMANNS (1922) macht in seinem Handbuch (S. 267) die Angabe, dass gewisse *Lithophyllum*-Arten, wie *L. patena* und *L. antarcticum*, die diesem anatomischen Typus angehören, Deckzellen nur auf der Oberseite haben. Er gibt eine Figur von *L. patena* aus der Arbeit ROSANOFFS wieder. Dieselbe Figur und Angabe kommen in KYLINS Hand-

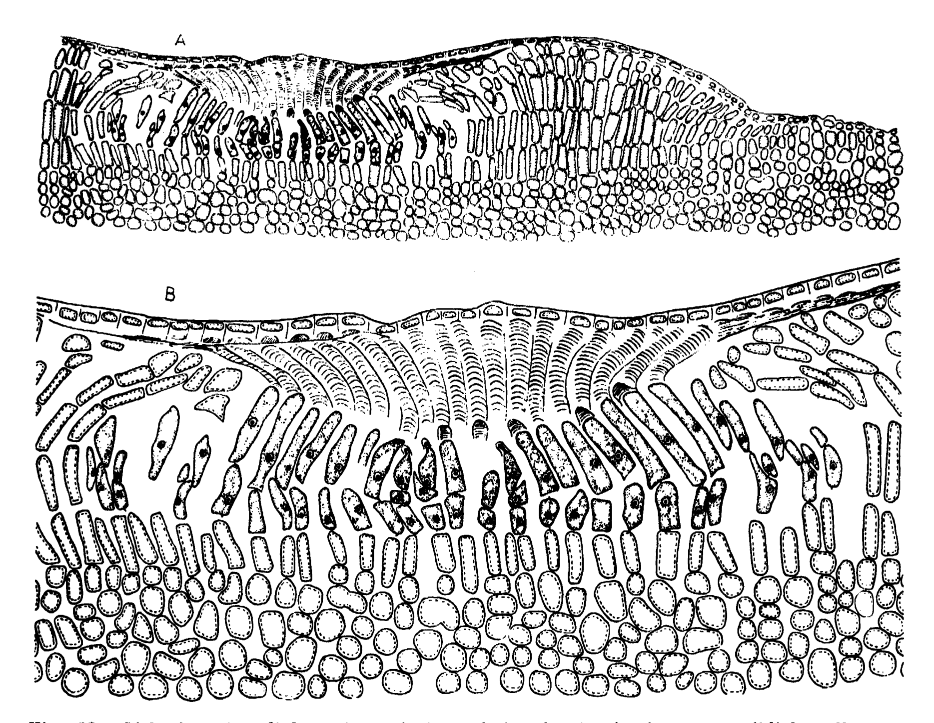


Fig. 38. *Lithothamnion lichenoides*. *A* Querschnitt durch ein junges, weibliches Konzeptakel. *B* Teil desselben Schnittes. — *A* × 200; *B* × 430.

buch (1937 S. 82) vor. Die Figur spricht möglicherweise für die Richtigkeit der Angabe; aus ROSANOFFS Beschreibung ist aber nichts mit Sicherheit herauszulesen. Er schreibt: »Dans la plupart des cas, les cellules extérieures sont très aplaties». Dies dürfte sich wohl auf die Deckzellen beziehen.

Die Entwicklung der Prokarpien vor der Befruchtung. Wie oben erwähnt, hat HEYDRICH (1907: Über *Sphaeranthera lichenoides*; 1909: Carpogonium und Auxiliarzelle einiger Melobesiae; 1909: Sporenbild. bei *Sph. lich.*) versucht, die Prokarpienbildung dieser Art klarzulegen. Seine Ergebnisse sind aber verwirrend und gar nicht zuverlässig, und ich finde es darum am besten, sie nicht

zu diskutieren. Die folgende Darstellung gründet sich lediglich auf meine eigene Untersuchung.

Es bot gewisse Schwierigkeiten, in meinem Material die jungen Entwicklungsstadien zu finden. Fig. 38 A u. B zeigen aber eine ganz junge Konzeptakelanlage. In der Mitte des sehr breiten Konzeptakels entwickeln sich durch Teilung der oberflächlichen Thalluszellen die fertilen Fäden. Die Deckzellen werden hier durch hohe, transversal geschichtete Gallertpropfen aufgehoben. Die mittleren der fer-

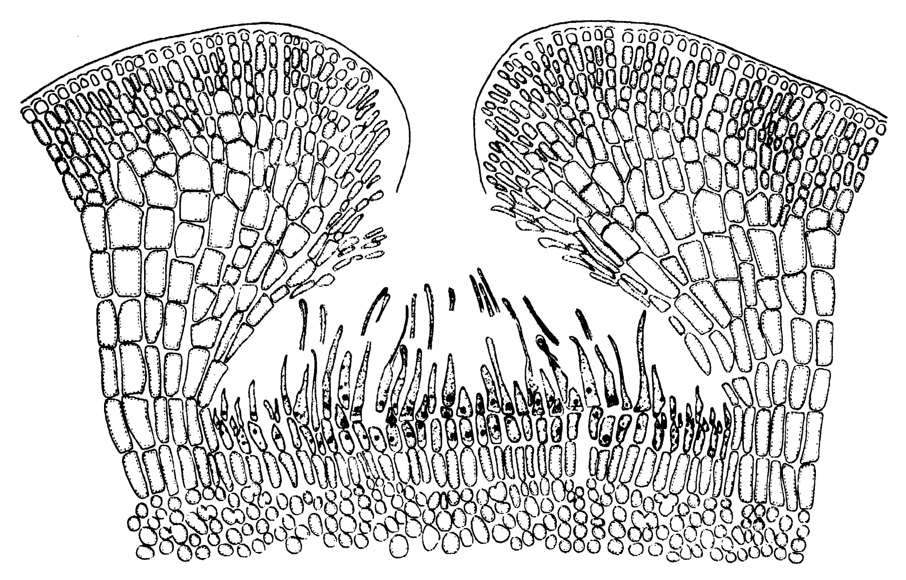


Fig. 39. *Lithothamnion lichenoides*. Konzeptakel mit befruchtungsreifen Prokarpien: Querschnitt. — × 295.

tilen Fäden werden wie bei *Epilithon* zu dreizelligen Karpogonästen. Das Karpogon wird durch eine schiefe Wand abgeschnitten, bei *Epilithon* dagegen durch eine waagerechte. Die seitlichen Fäden werden nur zweizellig. Man beachte, dass die äussersten zwei, drei verzweigt sind. Dies geht aus Fig. 38 B u. 39 hervor. In Fig. 38 B sieht man die jungen Karpogone die Trichogynen treiben.

Die Zellschicht unmittelbar unter den fertilen Fäden entspricht, wie aus Fig. 38 A ersichtlich ist, den unteren der beiden bei der Teilung der Oberflächenzellen entstandenen Zellen. Das Konzeptakel tritt in seiner Gesamtheit über die Oberfläche hervor, ist in den Thallus nicht eingesenkt. Vgl. Heydrich: Bot. Jahrb. 1901 S. 543.

Ringsum die fertile Gruppe entwickeln sich durch Teilung der oberflächlichen Thalluszellen aufrechte Zellfäden, die die Wand des Konzeptakels bilden. Die zunächststehenden Fäden biegen sich über die fertile Gruppe hin und bilden

durch Teilung das Dach (Fig. 38 B u. 39). Durch Weiterwachsen dieser Fäden wird die ziemlich enge Pore des Konzeptakeldaches erzeugt.

Die Fig. 39 stellt ein fertiges Konzeptakel mit befruchtungsreifen Karpogonen dar.

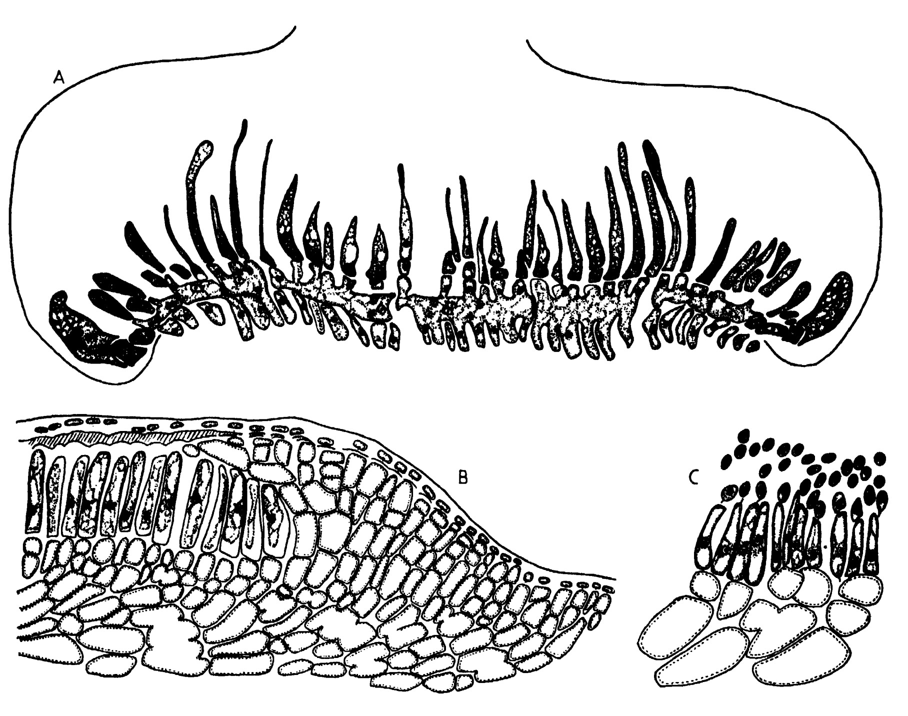


Fig. 40. *Lithothamnion lichenoides.* *A* Konzeptakelhöhle, die Fusionszelle mit den darauf stehenden Karpogonästen und den am Rande aussprossenden Gonimoblasten enthaltend. *B* Teil eines Querschnittes durch die junge Anlage eines männlichen Konzeptakels. *C* Spermatangienbildung. — *A-B* × 330; *C* × 800.

Die Entwicklung der Prokarpien nach der Befruchtung. Die erste Zelle der Karpogonäste und der seitlichen zweizelligen Fäden funktioniert wie bei *Epilithon* als Auxiliarzelle. Nach der Befruchtung verschmelzen sie zu einer grossen Fusionszelle, die aber hier und da unterbrochen ist (Fig. 40 A). Wie die Figur zeigt, wird auch die darunterliegende Zellschicht teilweise in die Fusion einbezogen.

Die Entwicklung der Gonimoblasten. Die Gonimoblastfäden sprossen wie gewöhnlich am Rande der Fusionsscheibe aus. Sie sind wie bei *Epilithon* ganz kurz. Die obersten Zellen liefern die Karposporen.

Die Entwicklung der Spermatangien. Der Thallus ist diözisch. Die männlichen Konzeptakeln sind etwas kleiner als die weiblichen. Ihre Bildung vollzieht sich in einer ganz anderen Weise als bei *Epilithon* und erinnert an die der anderen oben geschilderten Gattungen.

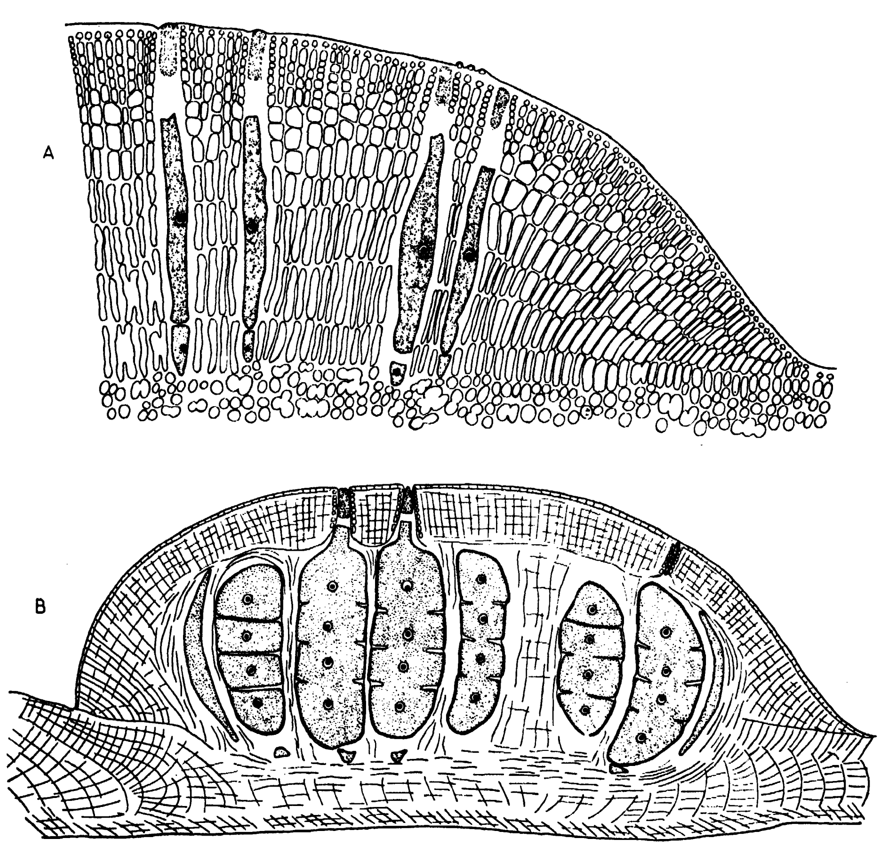


Fig. 41. *Lithothamnion lichenoides*. *A* Die Hälfte einer Konzeptakelanlage mit jungen Sporangien. *B* Konzeptakel mit reifen Tetrasporangien. — Querschnitte. — *A* × 205; *B* × 120.

Fig. 40 B zeigt die rechte Hälfte eines Querschnittes durch eine sehr junge Konzeptakelanlage. In der Mitte der Anlage werden durch Teilung der Oberflächenzellen Spermatangienmutterzellen gebildet. Es sind dies hohe, ziemlich plasmareiche Zellen. Ihre Deckzellen werden aufgehoben. Die umgebenden Zellen erzeugen durch Teilung Zellreihen, die die Wand und das Dach des Konzeptakels aufbauen. Das Dach zieht sich über die fertile Gruppe hinaus und begrenzt in der Mitte die schliesslich sehr enge Mündung des Behälters (Taf. IV, Fig. 14).

Auch an den Wänden werden Spermatangienmutterzellen erzeugt, so dass im fertigen Konzeptakel sowohl der Boden als auch die Wände bis an die Mündung von der Spermatangien bildenden Schicht bedeckt sind (Taf. IV, Fig. 14).

Die langen Spermatangienmutterzellen schneiden in ihren oberen Enden durch etwas schiefe Wände je mehrere Spermatangien ab, die mehr oder weniger rund sind (Fig. 40 C). Sie scheinen keine Anhängsel zu tragen.

Auch bei *Lithothamnion lichenoides* habe ich konstatiert, dass die abgetrennten Spermatangien eine Kernteilung durchmachen. Dies habe ich an Material gesehen, das mir Professor E. Chemin beschafft und in der Fixierflüssigkeit »Susa» fixiert hatte.

Die Entwicklung der Tetrasporen. Die fertigen Tetrasporenkonzeptakeln kennen wir von der Arbeit ROSANOFFS (l. c. Taf. V, Fig. 4). Über die Anlagen und deren Entwicklung gibt HEYDRICH (1907: Über *Sphaer. lich.*, S. 229) eine Schilderung, die man aber nicht akzeptieren kann.

Meine Figuren 41 A u. B dürften eine klare Vorstellung über die Entwicklung der Tetrasporenkonzeptakeln geben. Sie gehören zu demselben Typus wie die der Gattung *Epilithon*.

Fig. 41 A zeigt die Hälfte eines Querschnittes durch eine Konzeptakelanlage. Die oberflächlichen Thalluszellen teilen sich und erzeugen aufrechte Zellfäden, teils fertile, teils sterile. Die fertilen sind nur zweizellig. Ihre obere Zelle bildet das Sporangium, die untere eine Stielzelle. Die dazwischenliegenden sterilen Fäden bestehen aus vielen Zellen und verzweigen sich in ihren oberen Enden. Die oberen Zellen sind kleiner als die unteren. — Man beachte, dass die Stielzelle hier die untere der beiden bei der Teilung der Oberflächenzelle entstandenen Zellen darstellt, während bei *Epilithon* noch eine Teilung stattfindet (vgl. die Figuren 36 u. 41 A).

Beim Zuwachs der sterilen Fäden strecken sich die jungen Sporangien kräftig in die Länge. In ihrer Spitze bilden sie wie bei *Epilithon* je eine Membranverdickung. Während der weiteren Entwicklung strecken sich die unteren Zellen der sterilen Fäden, wobei die oberen kleinen Zellen über die Sporangien emporgehoben werden. Die kleinzelligen Schichten bilden das Dach des Konzeptakels. Es wird von den Membranverdickungen durchzogen. Die Tetrasporenmutterzellen teilen sich dann und liefern die quergeteilten Tetrasporen.

Die Figur 41 B stellt ein reifes Konzeptakel dar. Das Dach ist von den Poren durchlöchert, für jedes Sporangium eine Pore. Unter den Sporangien sieht man die Stielzellen, die plasmareich sind. Die zwischen den Sporangien liegenden sterilen Zellen sind beinahe völlig verdrängt.

III. Übersicht über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Corallinaceen.

Thallusaufbau.

Die Corallinaceen zeigen eine recht mannigfaltige Formgestaltung. Einige, wie die Arten der Gattungen *Melobesia* und *Epilithon*, haben die Form sehr dünner Krusten, die überall fest auf dem Substrat aufliegen. Andere, wie die *Lithophyllum*- und *Lithothamnion*-Arten, bilden dickere und derbere Krusten, die bei gewissen Formen (z. B. den oben behandelten *Lithophyllum expansum* und *Lithothamnion lichenoides*) nur in der Mitte auf der Unterlage haften und am Rande frei abstehen, bei der Mehrzahl aber sich ganz und gar an das Substrat anschmiegen. In den Jugendstadien sind die Lithophyllen und Lithothamnien den Melobesien täuschend ähnlich, werden aber später dicker und treiben oft korallenartige Auswüchse oder erzeugen andere mehr oder weniger unregelmässige Gebilde.

Die *Mastophora*-Arten haben knorpelige, blattartig flache Thalli, die nur am untersten Ende einseitig anhaften. Die stengelige Basis geht in eine sich nach oben hin verbreiternde, wiederholt gegabelte Spreite über.

Bei den eigentlichen Corallineen (subfam. Corallineae), z. B. den *Amphiroa*- und *Corallina*-Arten, besteht der Thallus aus aufrechten Sprossen, die von einer krustenartigen Haftscheibe ausgehen. Die Sprosse verzweigen sich in verschiedener Weise und sind mit Gelenken versehen.

Schliesslich ist unter den Gestaltungsformen der Corallinaceen die der parasitischen Gattungen *Choreonema* und *Chaetolithon* zu nennen. Diese haben einen fadenförmigen Thallus, der zwischen den Zellen der Wirtspflanze (*Corallina*-Arten) verläuft und an deren Oberfläche die Konzeptakeln ausbildet.

Was den Corallinaceen vor allem ihr besonderes Gepräge verleiht, ist die Einlagerung von Kalk in den Thallus. Die Kalkeinlagerung kommt in der ganzen Familie, mit Ausnahme der nur eine Art enthaltenden Gattung *Schmitziella*, regelmässig vor und ist oft sehr kräftig. Durch die Untersuchungen von vor allem ROSANOFF (1866), KOHL (1889), YENDO (1904) und PILGER (1908 u. 1919) ist festgestellt worden, dass der Kalk in die Zellwände eingelagert wird. Dabei wird der Kalk nicht als kompakte Schicht ausgeschieden, sondern der Cellulose der sich nach innen zu verdickenden Wand allmählich eingelagert. Nach YENDO und PILGER soll der Inhalt der lebenden Zelle gegen die verkalkte Membran durch

eine dünne unverkalkte Haut abgegrenzt sein, die sich, wie auch die Mittellamelle, nach Entkalkung der Zellwand mit Rutheniumrot stärker rot färbt als die Hauptmasse der Wand.

Was nun das Vorkommen von verkalkten Zellwänden im Corallinaceenthallus betrifft, so sind fast alle Teile der Algen der Verkalkung unterworfen. Die Reproduktionsorgane sind aber davon frei. Auch werden die die Konzeptakelhöhle begrenzenden Zellschichten sekundär entkalkt. Die Gelenkzellen der echten Corallineen sind ebenfalls unverkalkt (siehe YENDO 1904). Bei diesen Algen soll die Rinde mehr Kalk führen als der Zentralkörper. Betreffs der Zusammensetzung des Kalkes und der Schwankungen der Kalkinkrustation, die auf äusseren Faktoren beruhen, verweise ich auf die Zusammenstellung bei LEMOINE (1911).

Die Assimilation findet bei den gröberen Formen nur in den oberflächlichen Zellschichten statt (PILGER, 1908 S. 253—54). Hier sind die Chromatophoren normal ausgebildet. Sie sind plattenförmig und liegen gewöhnlich in der Wandplasmaschicht. In den unteren bzw. inneren Zellagen degenerieren die Chromatophoren. Diese Lagen haben die Funktion der Speicherung und Befestigung. Ihre Zellen sind oft reichlich mit Stärkekörnern gefüllt. Die alleruntersten Schichten bestehen aus toten, leeren Zellen.

Durch die Kalkeinlagerung wird der notwendige Verkehr zwischen den Zellen ausserordentlich erschwert. Die Kommunikation wird aber durch offene Verbindungen und Tüpfelverbindungen ermöglicht. Die letzteren kommen vor allem in den Querwänden zwischen Zellen ein und derselben Zellreihe vor. Es sind dies primäre Tüpfel. Sie sind durch eine dünne Lamelle geschlossen. Zwischen Zellen benachbarter Reihen treten sehr oft offene Verbindungen auf, die dadurch zustande kommen, dass die aneinander anliegenden Zellwände eine kürzere oder längere Strecke resorbiert werden. Wie SCHMITZ (1880) und ROSENVINGE (1917) für *Corallina rubens* und *C. officinalis* gefunden haben und ich in Fig. 23 F und G abgebildet habe, kann der Zellkern einer der auf diese Weise fusionierenden Zellen in die andere Zelle einwandern. Diese Zellfusionen stellen die gewöhnliche Art der Kommunikation zwischen verschiedenen Zellreihen dar. WILLE (1885 S. 49) kannte bei den Corallinaceen nur diese offenen Poren. Durch die Untersuchungen von KOHL (1889 S. 149), PILGER (1908 S. 253 und 1919 S. 435) und ROSENVINGE (1917 S. 210) wissen wir aber, dass bei einigen Corallinaceen Tüpfelverbindungen mit Schliesshaut auch zwischen Zellen benachbarter Längsreihen vorkommen. Es sind dies sekundäre Tüpfel. KOHL gibt solche Tüpfel an für: *Corallina*- und *Amphiroa*-Arten, *Melobesia* (*Lithophyllum*) *cystosirae*, *Lithophyllum incrustans*, *Lithophyllum expansum* und *Lithothamnion racemus* [wohl identisch mit *Lithophyllum racemus* (Lam.) Foslie], PILGER (1908) für: *Lithophyllum madagascarense*, *Lithophyllum expansum*, *Corallina* und *Amphiroa*, und (1919) für: *Lithophyllum cystosirae*, *Lithophyllum Kotschyanum* und *Lithophyllum Mildbraedii* und ROSENVINGE (l. c.) für sämtliche dänischen *Lithophyllum*-Arten. Ich selbst habe sekundäre Tüpfel in den Längswänden von *Lithophyllum expansum* (S. 21) und *Amphiroa rigida* (S. 49) gefunden.

Pilger (1919 S. 435) und besonders Rosenvinge (l. c. S. 210) messen diesen sekundären Tüpfeln einen grossen systematischen Wert bei. Der letztere Forscher meint, dass sie für die Gattung *Lithophyllum* charakteristisch seien, und nur bei dieser Gattung und bei allen deren Arten vorkommen. Dies scheint auch, wenn man nur die krustenförmigen Corallinaceen in Betracht zieht, richtig zu sein. Wie aus meiner obenstehenden Übersicht hervorgeht, sind unter diesen die fraglichen Tüpfelverbindungen nur für *Lithophyllum*-Arten angegeben, und soweit ich die Literatur überblicke, sind nur in einem Fall offene Poren für eine *Lithophyllum*-Art sicher angegeben worden, nämlich *L. africanum* (Pilger, 1919 S. 418), und diese Art ist später von den Systematikern zu der Gattung *Porolithon* gerechnet worden. Rosenvinge meint, dass die sekundären Tüpfel ein gutes Merkmal für die Unterscheidung der Gattungen *Lithophyllum* und *Melobesia* seien. Bei dieser Gattung kommen offene Poren vor (siehe meine Fig. 1 A und 6 A), so auch bei *Epilithon* (Kylin, 1928 Fig. 19 D), *Lithothamnion* (meine Fig. 37 B) und *Goniolithon* (Pilger, 1908 S. 253 und 1919 Fig. 4—9 u. 19—23). — Unter den eigentlichen Corallineen sind, wie oben erwähnt, sekundäre Tüpfel für die Gattungen *Corallina* und *Amphiroa* angegeben worden. Für *Amphiroa* steht dies fest (siehe Yendo, 1904 Fig. 11—12 und meine Fig. 28 C). Für *Corallina* dürften die Angaben zweifelhaft sein. Die von Schmitz, Rosenvinge und mir untersuchten Arten, *C. officinalis* und *C. rubens*, haben, wie erwähnt, offene Verbindungen.

Was nun schliesslich die Bildungsweise der sekundären Tüpfel der Corallinaceen betrifft, so habe ich bei *Lithophyllum expansum* gefunden, dass sie direkt entstehen, ohne Vermittlung einer kleinen Zelle, wie dies bei anderen Florideen der Fall ist (S. 22 und Fig. 11 A). Ich nenne sie darum direkte sekundäre Tüpfel. Die gewöhnlichen sekundären Tüpfel der Florideen nenne ich indirekte sekundäre Tüpfel.

Die Corallinaceen-Zellen haben immer, von den Fusionen abgesehen, nur einen Kern. Eine Ausnahme soll *Corallina officinalis* sein, bei welcher Art die Zellen des Zentralgewebes der weiblichen Pflanze nach Rosenvinge (l. c. S. 212 u. 271) zwei bis vier Kerne enthalten. Ich finde aber diese Angabe zweifelhaft.

Die einfachste Organisation des Thallus findet man bei den Gattungen *Melobesia* und *Epilithon*. Der Thallus stellt bei ihnen eine dünne, anfangs einschichtige und kreisförmige Scheibe dar, die aus kongenital verwachsenen Zellfäden besteht. In seiner klassischen Arbeit hat Rosanoff (1866) die Zellanordnung und den Zuwachs der Scheibe meisterhaft beschrieben und abgebildet. Der Zuwachs kommt durch Randwachstum zustande, und in bestimmten Abständen vom Zentrum verzweigen sich die Fäden pseudodichotomisch. Fast jede Zelle der Scheibe schneidet etwas schief nach oben eine kleine Zelle ab, die Rosanoff »cellule corticale» nennt, und die nunmehr in der Literatur unter dem Namen Deckzelle geht.

Die Deckzellen sind charakteristisch für die meisten Corallinaceen. Bei einigen, z. B. den endophytischen Formen (vgl. *Choreonema* S. 54), und anderen, wie *Melobesia microscopia* (Rosenvinge 1917), *Litholepis Sauvageaui* (Foslie: New

Lithoth. 1905) und den *Lithoporella*-Arten (FOSLIE: Alg. not VI 1909), sollen sie fehlen. In einigen Fällen, wo sie angeblich fehlen sollen, sind sie sicher übersehen worden, z. B. bei *Lithophyllum expansum* von PILGER (1908 S. 250). Die Deckzellen bedecken ihre Mutterzellen entweder ganz oder nur partiell. Letzteres ist z. B. der Fall in den Gattungen *Melobesia* (Fig. 1 u. 6) und *Epilithon* (Fig. 36) und bei *Lithophyllum expansum*. Bei diesen bedecken sie das vordere Ende der Mutterzellen. Bei *Lithothamnion lichenoides* bilden sie eine ziemlich dicht schliessende Schicht, so auch bei *Corallina officinalis*, *C. rubens* und *Amphiroa rigida*. Dies dürfte wohl für die eigentlichen Corallineen die Regel sein. OLTMANNS (1922 S. 266) macht die Angabe, dass die Deckzellen unverkalkt sind. Vielleicht ist dies allgemein gültig. Ich habe in der Literatur Bemerkungen über diese Einzelheit bei ROSANOFF (l. c. S. 54), SOLMS-LAUBACH (1881 S. 28) und YENDO (1904 S. 33) gefunden. Ersterer teilt mit, dass die von der Deckzelle unbedeckte Wandpartie der Thalluszelle viel stärker inkrustiert ist als die obere Wand der Deckzelle, SOLMS, dass die Deckzellen bei den Lithothamnien von dem Inkrustationsprozess frei bleiben, und YENDO, dass bei den eigentlichen Corallineen »the epidermal cells» völlig kalkfrei sind. — Den Deckzellen scheinen oft Chromatophoren zu fehlen. Bei den untersuchten *Melobesia*-Arten, *Lithophyllum expansum* und *Amphiroa rigida* konnte ich so keine Chromatophoren in den Deckzellen finden, das Plasma erwies sich hier als ganz homogen. In den Deckzellen von *Lithothamnion lichenoides* waren aber Chromatophoren deutlich zu sehen, besonders am jungen Thallusrand. — Die Deckzellen teilen sich nicht. HEYDRICH (Bibl. Bot. Heft 49, S. 4) gibt freilich an, dass bei *Sporolithon* die »Cuticulazelle» sich teilt und nach unten eine Thalluszelle abschneidet, in der Chromatophoren auftreten. Dies dürfte sicher fehlerhaft sein. Nach SOLMS-LAUBACH (1881 S. 27) wird die Deckzellenschicht an den Scheitelkuppen der Fruchtäste der Lithothamnien zeitweise abgestossen und von einer neuen Schicht ersetzt. Dies geschieht auch bei *Amphiroa rigida*, was von SOLMS abgebildet worden ist. ROSENVINGE (l. c. S. 279) teilt dasselbe für *Melobesia*- und *Lithophyllum*-Arten mit und PILGER (1919 S. 407) für eine *Goniolithon*-Art.

Wenden wir uns wieder den *Melobesia*- und *Epilithon*-Krusten zu. Nachdem die Deckzelle abgeschnitten worden ist, teilt sich ihre Mutterzelle durch eine horizontale Wand in zwei Thalluszellen. Auf diese Teilung können noch ein paar folgen, so dass die Scheibe, von der Deckzellenschicht abgesehen, drei- bis vierschichtig wird. Alle diese Teilungen sind, da die Deckzellen sich nicht teilen, interkalarer Natur, worauf ROSENVINGE (l. c. S. 279) und KYLIN (1928 S. 37) hingewiesen haben. Bei *Epilithon* sind es die Basalzellen, die sich teilen (KYLIN l. c.), bei *Melobesia* aber die Mutterzellen der Deckzellen (siehe oben S. 9). Letzteres ist auch der Fall bei den von mir untersuchten *Lithophyllum expansum* (S. 20) und *Lithothamnion lichenoides* (S. 63), weiter auch bei *Goniolithon* (PILGER, 1919 Fig. 11).

In den Gattungen *Lithophyllum*, *Lithothamnion*, *Goniolithon* u. a. führt das Dickenwachstum zur Ausbildung dickerer Krusten. Was ihre Anatomie betrifft, lassen sich im allgemeinen, von der Deckzellenschicht abgesehen, zwei Lagen unter-

scheiden, die als Hypothallium und Perithallium bezeichnet werden. Das Hypothallium setzt sich aus Zellfäden zusammen, die dem Substrat mehr oder weniger parallel laufen. Es kann ein- bis mehrschichtig sein. Die Zellreihen des Hypothalliums streben bogig nach oben und gehen, oft ohne besonders ausgeprägte Grenze, in die senkrecht aufsteigenden Zellreihen des Perithalliums über. Durch Teilung entsprechen oft zwei oder mehrere Perithalliumreihen einer Hypothalliumreihe (siehe S. 63).

Lemoine (1909 S. 435 und 1911 S. 19) unterscheidet unter den Corallinaceen, die dickere Krusten haben, nach dem Bau des Hypothalliums zwei verschiedene Typen: 1. Type Lithothamnium. Bei diesem Typus besteht das Hypothallium aus horizontal geordneten Zellfäden, die locker liegen. 2. Type Lithophyllum. Die Zellfäden liegen hier dicht aneinander. Die Zellen sind grösser als bei dem ersteren Typus und rechteckig. Die Zellen der verschiedenen Längsfäden stehen mit ihren Querwänden in gleicher Höhe, und die Reihen der Querwände erscheinen als parallele, deutlich hervortretende, gebogene Linien (siehe oben Fig. 37 B und 41 B). — Diesem Unterschied im Hypothallium misst Lemoine einen grossen Wert für die Systematik bei.

Das Wachstum des Perithalliums dauert oft lange fort; infolgedessen können die entleerten Konzeptakeln, wie dies oft geschieht, umschlossen und überdeckt werden.

In den corallenartigen, aufrechten Auswüchsen der Krusten, die, wie Oltmanns (1922) betont, in anatomischer Hinsicht dem Springbrunnentypus angehören, entspricht der Zentralkörper dem Hypothallium, die Rinde dem Perithallium. Bei gewissen Lithothamnien, wie *Lithothamnion lichenoides*, zeigt sogar die frei abstehende, horizontale Kruste eine ähnliche Organisation. Auch an der Unterseite des Thallus werden hier Deckzellen abgeschieden (siehe oben S. 63).

Typisch entwickelt kommt der Springbrunnentypus vor in den aufrechten Sprossen der echten Corallinen mit ihrem aus Längsfäden bestehenden Zentralkörper oder Mark und der von diesem ausgehenden Rinde. Dieser Gruppe ganz eigen sind die Gelenke. Betreffs deren Einzelheiten verweise ich auf das oben im speziellen Teil Gesagte und vor allem auf die Arbeiten von Yendo (1904), Weber-van Bosse (1904), Oltmanns (1922) und die Zusammenstellung bei Svedelius (1911).

In diesem Abschnitt sind schliesslich die in einigen Gattungen vorkommenden Haarzellen zu nennen. Sie wurden zum erstenmal von Rosanoff (l. c. S. 57) bei *Melobesia farinosa* beschrieben und als Heterocysten bezeichnet. Bei dieser Art stellen sie Endzellen in Zellreihen mit erloschenem Wachstum dar. So auch bei *Melobesia callithamnioides*, wo sie von Solms-Laubach (1881 S. 24) gefunden wurden. Solms legte ihren wahren Charakter als Haarzellen klar und stellte fest, dass das Haar ohne Scheidewandbildung von der Haarzelle ausgeht. Ausser bei den genannten *Melobesia*-Arten fand Solms Haarzellen bei *Lithophyllum insidiosum*. Möbius (1902 Fig. 1) bildet eine Haarzelle von *Melobesia pustulata* ab, und Foslie (Remarks etc. 1905 S. 103) und Rosenvinge (1917 S. 239 u. 245) berichten über

Haarzellen u. a. bei *Melobesia Lejolisii* und *M. limitata*. Es sind bei diesen Arten keine Endzellen, sondern interkalare Thalluszellen. Oft liegen sie unter den Verzweigungen. ROSENVINGE schlägt den neutraleren Namen Trichocyten oder Haarzellen statt des ROSANOFF'schen Heterocysten für alle haartragenden Zellen der Corallinaceen vor.

Die Trichocyten schneiden in der Regel keine Deckzellen ab. Wie ROSENVINGE (l. c. S. 240) angibt und es auch aus meinen Figuren 1 B—C hervorgeht, können sie aber bisweilen sowohl Haar als Deckzelle erzeugen.

Bei meiner Untersuchung von *Melobesia Lejolisii* und *M. limitata* habe ich gefunden, dass der obere haartragende Teil des Trichocyten sich oft durch eine schiefe Wand von dem unteren Teil abtrennt (Fig. 1 A, D und 6 A—C).

Der gleich oben erwähnte Unterschied zwischen terminalen und interkalaren Trichocyten ist gewiss ein gutes arttrennendes Merkmal, doch gehen, scheint es mir, SETCHELL und GARDNER (1930 S. 176) zu weit, wenn sie diesen Unterschied als einzigen gattungstrennenden Charakter anführen. Sie schlagen nämlich vor, den Gattungsnamen *Fosliella*, den HOWE (in BRITTON u. MILLSPAUGH, The Bahama Flora, 1920 S. 587), meiner Ansicht nach übrigens recht unnötig, statt *Melobesia* eingeführt hat, aufzunehmen, aber mit Begrenzung. Sie schreiben betreffs *Fosliella*: »It seems best to adopt this name, although it may at some time seem desirable, since the type species is *Melobesia farinosa* Lamour., to restrict it to those having heterocysted thalli. Of such, there are at present only two described species, *Fosliella farinosa* (Lamour.) M. A. Howe and *F. paschalis* (Lemoine) comb. nov.»

In der Gattung *Corallina* kommen auch Trichocyten vor, was besonders durch die Arbeit von THURET u. BORNET (1878) bekannt ist. Ihre Bildung bei *Corallina rubens* habe ich untersucht (siehe S. 39 und Fig. 23 C—E). Auch in der Gattung *Goniolithon* kommen Trichocyten vor (PILGER, 1919 S. 404 u. 410, Fig. 5, 13, 14). Bei *Corallina* und *Goniolithon* sind die Trichocyten Endzellen der die Rinde bzw. das Perithallium aufbauenden Zellreihen.

Konzeptakeln.

Die Reproduktionsorgane der Corallinaceen stehen in grosser Anzahl in besonderen Behältern, den Konzeptakeln, zusammen. Diese werden im allgemeinen durch Überwallung der fertilen Zellgruppen ausgebildet. Nach oben werden sie durch eine mehr oder weniger gewölbte Wandung mit einem gemeinsamen apikalen Porus abgegrenzt. Einem anderen Typus gehören die Sporangienkonzeptakeln einiger Gattungen der krustenförmigen Corallinaceen an, wo das Konzeptakeldach von vielen Poren durchlöchert ist (siehe unten S. 84).

Die Konzeptakeln werden bei den krustenförmigen Formen auf der oberen Thallusseite angelegt und während der weiteren Entwicklung in der Regel mehr oder weniger tief in den Thallus versenkt. Das Aussehen der bei den

zarteren Formen sehr dünnen und ebenen Thallusscheiben wird bei der Konzeptakelbildung recht stark verändert. So ist die Scheibe in der nächsten Nähe der Konzeptakeln oft viel dicker als in den sterilen Teilen. Die Konzeptakeln haben oft eine bestimmte Form und erheben sich in einer charakteristischen Weise über die Thallusoberfläche. Beispielsweise möchte ich folgendes anführen. Bei den von mir untersuchten *Melobesia*-Arten liegt ein Unterschied vor. *M. limitata* hat grössere, mehr hervorragende Konzeptakeln als *M. Lejolisii*. *Lithophyllum expansum* hat fast völlig eingesenkte, flache Konzeptakeln, was für die Gattung charakteristisch sein soll (Foslie: Rev. syst. surv. etc. 1900 S. 16—17; Lemoine 1911 S. 56—57). *Lithothamnion lichenoides* hat beinahe ganz oberflächliche Konzeptakeln, ein Merkmal, das für diese Gattung charakteristisch sein soll (Foslie l. c. S. 10—11; Lemoine l. c. S. 54), während die von Foslie (Syst. surv. etc. 1898 S. 4) aus *Lithothamnion* herausgebrochene Gattung *Phymatholithon* eingesenkte Konzeptakeln hat. Die Foslie'sche Gattung *Goniolithon* (l. c. 1898 S. 5) zeichnet sich durch oberflächliche oder nur wenig eingesenkte, konisch hervorragende Konzeptakeln aus (Foslie l. c. 1900 S. 15; Lemoine l. c. S. 65; Pilger 1919 S. 404).

Bei den Corallineae verae werden die Konzeptakeln der verschiedenen Gruppen an verschiedenen Orten ausgebildet, und wie Trévisan (1852) betont, entwickeln sich die Reproduktionsorgane entweder aus dem Mark oder aus der Rinde. Yendo (Principle etc. 1905 S. 121—22) hat die Lage der Konzeptakeln bei einer grossen Anzahl von Corallineae verae untersucht. In der Gattung *Corallina* (einschliessl. *Jania*) werden die Konzeptakeln in den Zweigspitzen angelegt, und die Reproduktionsorgane stammen aus dem Marke. In der Sektion *Eucheilosporum* der Gattung *Cheilosporum* liegen sie in den oberen Rändern der pfeilförmigen fertilen Ästchen, und die Reproduktionsorgane entstammen auch hier dem Marke. In den Sektionen *Euamphiroa* (in die z. B. die von mir untersuchte *Amphiroa rigida* nach Yendo [A rev. list etc. 1905] eingereiht wird) und *Eurytion* der Gattung *Amphiroa* liegen die Konzeptakeln in der Rinde, und die Reproduktionsorgane entwickeln sich aus Rindenzellen.

Bei der Konzeptakelbildung werden die Deckzellen, die über der fertilen Gruppe liegen, aufgehoben und schliesslich abgeworfen. Dies gilt für die von mir untersuchten Gattungen *Melobesia*, *Lithophyllum*, *Amphiroa* und *Lithothamnion* (siehe Fig. 2 A—B, 4 A, 6 D, 10 B, 12, 16 A, 30 C, 32 A, 38 und 40 B). In der Gattung *Epilithon* werden ausser der Deckzellenschicht noch einige darunterliegende Zellenlagen aufgehoben, wie dies Nichols (1908 u. 1909) für *Lithothaminon* (*Epilithon*) *mediocre* und *marginatum* und Kylin (1928) für *Epilithon membranaceum* mitteilen (vgl. auch meine Figur 36). Dies abweichende Verhältnis erklärt sich einfach daraus, dass es bei *Epilithon* die Basalzellen sind, die teilungsfähig sind, in den anderen Gattungen aber die Mutterzellen der Deckzellen (vgl. oben S. 72).

Weibliche Konzeptakeln.

Die weiblichen Konzeptakeln sämtlicher Gattungen gehören demselben Typus an, der durch ein von einer gemeinsamen Pore durchbrochenes Dach gekennzeichnet ist.

Die fertilen Fäden entwickeln sich nur auf dem Boden des Behälters. An den Seitenwänden kommen Prokarpien nie vor.

Prokarpien.

Die Prokarpien entwickeln sich in den meisten Gattungen durch Teilung der sogenannten Diskuszellen. Es sind dies die in die Konzeptakelhöhle eingesenkten Zellen der Thallusoberfläche. In den Gattungen *Melobesia*, *Lithophyllum*, *Lithothamnion* und *Amphiroa* tragen die Diskuszellen von Anfang an Deckzellen, welche in der gleich oben genannten Weise aufgehoben und abgeworfen werden, in den Gattungen *Choreonema* und *Corallina* haben sie aber keine. — Bei der Gattung *Epilithon* entwickeln sich die Prokarpien auf eine andere Weise, und zwar aus den Basalzellen des Thallus, was zur Folge hat, dass die darüberliegenden Zellschichten, wie erwähnt, aufgehoben werden.

Wenn wir uns nun an die sechs erstgenannten Gattungen halten, so dürften die Diskuszellen immer durch Teilung die Prokarpienanlagen liefern. Hierbei zerfallen sie alle in zwei übereinander liegende Zellen, von denen die obere das Prokarp bildet. So bei *Corallina officinalis* (Fig. 18), *C. rubens* (Fig. 23 H und 24 A), *Amphiroa rigida* (Fig. 29), *Choreonema Thureti* (Fig. 33 C) und *Lithothamnion lichenoides* (Fig. 38). Oder einige Diskuszellen schneiden zwei Prokarpienanlagen ab, wie bei *Melobesia Lejolisii* (Fig. 2 A—C) und *M. limitata* (Fig. 7). Im letzteren Fall ist die Anzahl der Prokarpien grösser als die der Diskuszellen. Dies kann auch in der Weise bewirkt werden, dass die Diskuszellen erst zwei bis drei Zellen abschneiden, welche darauf je eine Prokarpienanlage liefern. Dies letztere kommt auch bei den *Melobesia*-Arten (Fig. 2 A—C, 6 D) und ferner bei *Lithophyllum expansum* (Fig. 12—13) vor.

Die weitere Entwicklung der Prokarpienanlagen beginnt nun im Zentrum des Konzeptakels und schreitet dann von der Mitte aus bis an die Peripherie hin fort, was schon von Solms-Laubach (1881 S. 40—41) hervorgehoben wurde. Im allgemeinen erreichen aber nur die mittleren Prokarpien die volle Entwicklung.

Die Entwicklung führt in verschiedenen Gattungen zu verschiedenartig gebauten Prokarpien, welche ich oben im speziellen Teil beschrieben habe. Bei den untersuchten *Melobesia*-Arten schneidet die Prokarpienanlage durch schiefe Wände in der Regel zwei Zellen ab, welche Anlagen zu Karpogonästen sind. Die zwischen ihnen liegende vorgeschobene Partie der Prokarpialzelle kann auch abgetrennt werden. Von den so abgeschnittenen Karpogonastanlagen entwickeln sich zwei oder nur eine zu vollständigen zweizelligen Karpogonästen. Das befruchtungsreife Prokarp stellt also einen fertilen Astbüschel dar, der aus einer Basalzelle und, von dieser

ausgehend, ein bis zwei zweizelligen Karpogonästen nebst ein bis zwei einzellig bleibenden Karpogonastanlagen besteht. Im einfachsten Fall besteht das Prokarp aus Basalzelle und einem zweizelligen Karpogonast. — Die Basalzelle funktioniert als Auxiliarzelle.

Fig. 42 a-e stellen schematisch die verschiedenen Prokarpientypen dar, die im Konzeptakel von *Melobesia* vertreten sind. Bei *Amphiroa rigida* kommen dieselben Typen vor. Auch hier können die Prokarpien zwei völlig entwickelte Karpogonäste führen.

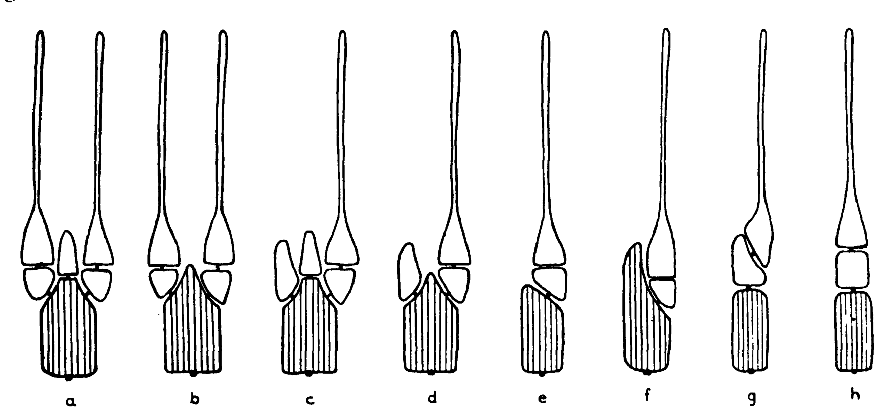


Fig. 42. Schematische Darstellung der Prokarpientypen der Corallinaceen. Die Auxiliarzellen schraffiert. Überdies Erklärungen im Text.

Bei *Lithophyllum expansum*, *Corallina officinalis* und *C. rubens* kommen die Typen Fig. 42 c-e vor. Prokarpien mit zwei vollkommen entwickelten Karpogonästen waren bei diesen Arten nie zu finden.

Choreonema Thureti zeichnet sich durch ein sehr charakteristisches Prokarp aus, das in Fig. 42 f schematisch wiedergegeben ist. Alle Prokarpien des Konzeptakels bestehen aus einer grossen Auxiliarzelle, von der seitlich ein zweizelliger Karpogonast ausgeht. Die obere Spitze der Auxiliarzelle ragt bis zur Mitte des Karpogonbauches. Minder (1910) spricht von einem dreizelligen Karpogonast, ich ziehe es aber vor, das Prokarp als denen der obenerwähnten Gattungen analog zu betrachten.

Bei *Lithothamnion lichenoides* erzeugen die Diskuszellen einfache, dreizellige Karpogonäste (Fig. 42 g). Das Karpogon wird meist durch eine schiefe Wand abgeschnitten. — Für *Lithothamnion Philippii* bildet Pilger (1908 Taf. 14 b) Prokarpien ab, die den Typen 42 b und d angehören. Eine Nachprüfung dürfte hier notwendig sein.

Bei *Epilithon membranaceum* entwickeln sich aus der Basalscheibe einfache, dreizellige Karpogonäste ohne schiefe Wände (Fig. 42 h). In den letzten beiden Gattungen funktioniert die unterste Zelle der Karpogonäste als Auxiliarzelle.

Die randständigen Karpogonastanlagen entwickeln sich im allgemeinen nicht zu vollständigen Karpogonästen, sondern bleiben einzellig. Ausser bei *Choreonema Thureti*, in deren kleinen Konzeptakeln oft sämtliche Karpogonäste vollkommen entwickelt werden (Fig. 34 B; vgl. auch MINDER, 1910 S. 14), habe ich nur bei *Melobesia* völlig entwickelte Karpogonäste in der Konzeptakelperipherie gefunden. In der Gattung *Epilithon* sind die peripheren Äste zweizellig, während die mittleren, wie erwähnt, dreizellig sind. KYLIN (1928 S. 37) nennt diese zweizelligen Äste Auxiliarzelläste. Ein prinzipieller Unterschied zwischen ihnen und den dreizelligen Karpogonästen dürfte nicht vorliegen. Wie bei den anderen Gattungen sind sie wohl als nicht vollkommen entwickelte Karpogonäste aufzufassen.

Betrachtet man die oben geschilderten Prokarpientypen, so liegt es nahe bei der Hand, sie in entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang miteinander zu setzen. Ob die Entwicklung von den einfacheren zu den komplizierteren Typen oder umgekehrt von den komplizierteren zu den einfacheren vorgegangen ist, lässt sich aber nicht a priori entscheiden. Es scheint mir aber wahrscheinlich, dass wir es mit einer Reduktion zu tun haben. Für diese Annahme spricht das oben S. 65 erwähnte Verhältnis, dass bei *Lithothamnion lichenoides* die zwei drei äussersten der unvollständig entwickelten, peripheren Prokarpien verzweigt sind. Sie bestehen nämlich aus einer Auxiliarzelle und, von dieser ausgehend, zwei Karpogonastanlagen, während die übrigen Prokarpien einfach sind, in der Mitte dreizellig und rings um diese zweizellig (Fig. 38—39). Wenn es sich hier um eine Entwicklung zu komplizierteren Typen handelte, müsste, scheint es mir, diese erst die mittleren vollständigen Prokarpien treffen.

Ähnliche Reduktionsreihen sind in anderen Florideengruppen bekannt, z. B. in den auch zu der Ordnung Cryptonemiales gehörigen Familien Callymeniaceae und Choreocolaceae (siehe KYLIN, 1937 S. 222—26). Bei den Callymeniaceen treten Karpogone und Auxiliarzellen in besonderen Zweigbüscheln auf. Die Basalzelle dient als Auxiliarzelle und trägt bei *Callymenia* (KYLIN 1928) mehrere dreizellige Karpogonäste, bei *Callophyllis* (KYLIN 1928) und *Pugetia* (KYLIN 1925) einen dreizelligen Karpogonast und mehrere ein-, bisweilen zweizellige Seitenäste, bei *Euthora* und *Callocolax* (KYLIN 1930) einen dreizelligen Karpogonast und ein oder bisweilen zwei einzellige Seitenäste. In der Familie Choreocolaceae hat *Harveyella* (STURCH 1899 u. 1924) fertile Zweigbüschel, die sich aus einer als Auxiliarzelle dienenden Basal- oder Tragzelle und, von dieser ausgehend, einem vierzelligen Karpogonast und zwei sterilen zwei- bis dreizelligen Fäden zusammensetzen. Die *Choreocolax*-Arten (STURCH 1926 und LEVRING 1935) haben ähnliche fertile Zweigbüschel, jedoch ist hier die Zahl der sterilen Zellen reduziert. — In der Ordnung Gigartinales kommen auch ähnliche Reduktionsreihen vor, z. B. in den Familien Mychodeaceae, Acrotylaceae — Phyllophoraceae, Gigartinaceae (KYLIN, 1937 S. 249—54). Die Auxiliarzelle ist hier wie bei allen Formen der Ordnung Gigartinales eine interkalare Gliederzelle im Thallus. Sie dient auch als Tragzelle des Karpogonastes. Bei den beiden ersten Familien, die auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe als die beiden letzteren stehen, bildet jede Tragzelle mehrere Karpogonäste (KYLIN 1932).

In der Familie Phyllophoraceae (KYLIN 1928 u. 1930) bildet die Tragzelle einen dreizelligen Karpogonast und daneben im allgemeinen einen vegetativen Seitenast. In der Familie Gigartinaceae (KYLIN 1923 u. 1928; SJÖSTEDT 1926) trägt die Tragzelle nur einen Ast, den dreizelligen Karpogonast, oder daneben auch einen kleinen vegetativen Ast.

Auxiliarzellen.

Als Auxiliarzellen funktionieren die Basalzellen der fertilen Astbüschel, bzw. der untersten Zellen der dreizelligen Karpogonäste (siehe Fig. 42). Charakteristisch für die Corallinaceen ist, dass alle Auxiliarzellen des Konzeptakels nach der Befruchtung verschmelzen und eine grosse, meist kuchenförmige Fusionszelle bilden. Die Gonimoblastfäden werden im allgemeinen am Rande der Fusionsscheibe erzeugt. Sämtliche fertilen Fäden des Konzeptakels funktionieren also zusammen als eine Einheit. KYLIN (1928 S. 110) spricht hier, wie auch bei den Gelidiaceen, von zusammengesetzten Prokarpien.

Durch Auseinandersetzungen in mehreren Arbeiten hat KYLIN (1923 S. 132, 1928 S. 105, 1930 S. 91) den Begriff Auxiliarzelle klargelegt. Typische Auxiliarzellen sind nur die, welche die Ausgangspunkte der Gonimoblastbildung sind. Bei den Dumontiaceen, Rhizophyllidaceen und Squamariaceen in der Ordnung Cryptonemiales verbinden sich die sporogenen Fäden mit nahrungsreichen Zellen in der unmittelbaren Nähe des Karpogons, die aber keine Gonimoblasten entwickeln und deshalb nicht als typische Auxiliarzellen zu bezeichnen sind. Sie stellen Nährzellen dar und sind von BERTHOLD (1884 S. 14) sterile Auxiliarzellen genannt worden.

Das soeben Erwähnte stammt aus der Abhandlung KYLINS (1928 S. 106). KYLIN führt hier auch die Corallinaceen an. Die mittleren Auxiliarzellen des Konzeptakels sollen keine typischen Auxiliarzellen sein, sondern Nährzellen oder sterile Auxiliarzellen. Nur die peripheren Auxiliarzellen, von denen die Gonimoblastfäden aussprossen, sollen typische Auxiliarzellen sein. Bei der heutigen Kenntnis der Entwicklungsgeschichte der Corallinaceen kann man aber bei diesen Algen einen prinzipiellen Unterschied zwischen typischen und sterilen Auxiliarzellen kaum aufrechterhalten. Wie ich gefunden habe, gehen die Gonimoblastfäden bisweilen nicht nur vom Rande der Fusionszelle, sondern auch von jedem beliebigen Punkt ihrer oberen Fläche aus. In diesem Fall sind auch die mittleren Auxiliarzellen typische Auxiliarzellen.

Die Bildung der Gonimoblastfäden von der Oberfläche der Fusionszelle kann bei einer Art entweder typisch sein oder nur in Ausnahmefällen vorkommen. Bei *Melobesia limitata* (S. 17 und Fig. 8) und *Amphiroa rigida* (S. 50 und Fig. 30 B) kommt sie typisch vor, bei *Corallina officinalis* (S. 33—34 und Fig. 32 D) nur in Ausnahmefällen. Schon SOLMS-LAUBACH (1881 S. 48 und 64) richtete die Aufmerksamheit auf diese Bildungsweise der Gonimoblasten. Bei *Corallina rubens*

hatte er sie einmal als Anomalie und bei *Lithophyllum insidiosum* Solms regelmässig gefunden. SOLMS erblickte in der erwähnten Anomalie bei *Corallina rubens* einen Beweis dafür, dass die mittleren Prokarpien ihre Fähigkeit zur Sporenerzeugung noch nicht verloren hätten.

Bei *Lithophyllum expansum* sprossen die Gonimoblastfäden nicht gerade vom Rand der Fusionsscheibe aus, sondern in einer sehr charakteristischen Weise von der Unterseite der Scheibe, ein bischen nach innen zu (S. 24 und Fig. 14—15).

Die Verschmelzung der Auxiliarzellen zu einer Fusionszelle scheint bei allen Corallinaceen vorzukommen. HEYDRICH hat freilich das Vorkommen einer Fusionszelle bei einer Anzahl von ihm aufgestellter Gattungen bestritten, z. B. bei der auf *Lithophyllum expansum* gegründeten Gattung *Stereophyllum* (1904) und bei der Gattung *Sphaeranthera* (1901), zu der er u. a. die von mir untersuchte Art *Lithothamnion lichenoides* rechnet (1907, 1909). Laut HEYDRICH soll jedes Prokarp für sich eine Gonimoblastzelle erzeugen. Meine eigenen Untersuchungen über *Lithophyllum expansum* und *Lithothamnion lichenoides* können die HEYDRICH'schen Angaben in keiner Weise bestätigen. HEYDRICH scheint z. B. die auf der Fusionsscheibe stehenden unentwickelten Schläuche, die nach der Befruchtung oft keulenförmig anschwellen, als Gonimoblastzellen aufgefasst zu haben. Auch im übrigen sind seine Angaben unhaltbar, ja phantastisch. — Nach HEYDRICH soll eine sehr grosse Mannigfaltigkeit in der Fruchtentwicklung der Corallinaceen bestehen. Nachdem ich seine Angaben an denselben Arten, die er selbst untersucht hat, mit dem erwähnten Resultat nachgeprüft habe, bin ich aber zu der bestimmten Auffassung gekommen, dass man den HEYDRICH'schen entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten im allgemeinen keinen Wert beimessen kann. Seine Angaben sind auch von anderen Forschern bezweifelt worden, z. B. von PILGER (1908 S. 261—264).

Bei *Lithothamnion lichenoides* wird, wie oben (S. 66) erwähnt, auch die unter den Auxiliarzellen liegende Zellschicht teilweise in die Fusion einbezogen. Ein ähnliches Verhältnis gibt PILGER (1908 S. 263) für *Lithothamnion Philippii* an.

Nur bei *Choreonema Thureti* verläuft die Entwicklung nach der Befruchtung in einer etwas abweichenden Weise (siehe gleich unten).

Im allgemeinen dürfte wohl nur ein Karpogon in jedem Konzeptakel befruchtet werden. Jedoch kann es auch vorkommen, dass zwei oder mehr befruchtet werden, wie z. B. MINDER (1910 S. 17) dies für *Choreonema Thureti* angibt und ich es bei *Melobesia*-Arten (Fig. 3 A u. 7) beobachtet habe.

Verbindungsfäden.

Die Verbindungsfäden (KYLIN, 1930 S. 94) haben die Aufgabe, einen diploiden Kern von dem befruchteten Karpogon in die Auxiliarzelle hinüberzuführen. Bei den Corallinaceen lassen sie sich wegen der Winzigkeit und dichten Anhäufung der Elemente nur mit Schwierigkeit beobachten. Nur einmal habe ich die Verbindung sicher gesehen und zwar bei *Melobesia Lejolisii* (Fig. 3 B). Der Ver-

bindungsfaden stellt hier einen kurzen, schmalen Faden dar. Er wird als ein Fortsatz des Karpogonbauches angelegt und wird später als selbständige Zelle abgeschnürt. In dem beobachteten Fall fand die Verbindung zwischen dem befruchteten Karpogon und der darunterliegenden Auxiliarzelle statt. Es scheint aber auch möglich zu sein, dass der Verbindungsfaden statt dessen mit einer der nächstgelegenen anderen Auxiliarzellen verschmelzen kann.

Wahrscheinlich werden die Verbindungsfäden in einer ähnlichen Weise bei den meisten Corallinaceen ausgebildet. Bei *Choreonema Thureti* liegen die Verhältnisse aber etwas anders (siehe S. 57). Wie Minder (1910) gezeigt hat, schwillt das befruchtete Karpogon an und verschmilzt mit der zugehörigen Auxiliarzelle. Ein diploider Kern soll aber nicht in die Auxiliarzelle übertreten. Darauf treibt es nach den benachbarten Auxiliarzellen Fortsätze, die mit diesen fusionieren. Allmählich werden auch die peripheren Auxiliarzellen von den lappenartigen Fortsätzen des befruchteten Karpogons aufgesucht und verschmelzen mit ihnen. Inzwischen teilt sich der sporogene Kern, und die Teilprodukte wandern in die Lappen hinein. Kein sporogener Kern soll in die Auxiliarzellen hinübertreten. Die Fusionierung der Auxiliarzellen wird nicht vollständig, in ihren unteren Teilen bleiben sie frei. Zwischen diesen freien Enden dringen die Lappen der Karpogonfortsätze ein und umfassen sie. Es wird also nicht die scharf umschriebene, regelmässige Fusionsscheibe ausgebildet, die für die anderen Corallinaceen so charakteristisch ist.

Gonimoblasten.

Die Gonimoblastfäden sprossen, wie oben erwähnt, vom Rande der Fusionszelle oder bei einigen Arten, typisch oder nur in Ausnahmefällen, von der ganzen oberen Fläche der Fusionsscheibe aus. Die obersten Zellen der Gonimoblastfäden werden zu Karposporen. Bei *Corallina officinalis* fand ich in einigen Fällen verzweigte Gonimoblastfäden.

Bei *Choreonema Thureti* spielt sich die Karposporenbildung auf eine etwas andere Weise ab. Die Karposporen werden hier durch uhrglasförmige Wände aus den randständigen, mit den Auxiliarzellen nur teilweise fusionierenden Fortsätzen des befruchteten Karpogons in Reihen erzeugt. Jede Zelle der Reihe stellt eine Karpospore dar.

Männliche Konzeptakeln.

Die männlichen Konzeptakeln sind im allgemeinen kleiner als die weiblichen und erheben sich weniger über die Thallusoberfläche. Das Peristom wird [illegible] weniger entwickelt (siehe *Melobesia* und *Lithophyllum*). Bei den untersuchten *Melobesia*- und *Lithophyllum*-Arten trägt es oft ein langes Schleimrohr, durch welches die männlichen Körperchen das Konzeptakel verlassen.

Wie die weiblichen werden auch die männlichen Behälter durch Überwallung gebildet. Bei *Epilithon* (KYLIN 1928 S. 39) gibt es eine Eigentümlichkeit in der Konzeptakelbildung, die für keine andere Gattung angegeben ist. Die Konzeptakelhöhle kommt hier teilweise dadurch zustande, dass die beiden Zellschichten, die die Spermatangienmutterzellen erzeugen, sich voneinander trennen.

Das fertile Schicht bekleidet entweder nur den Boden des Konzeptakels (*Melobesia*, *Lithophyllum*, *Amphiroa*), oder es greift auch auf die Seitenwände fast bis zum Ostiolum über (*Corallina,* einschliessl. *Jania, Cheilosporum* [YENDO: 1902 Cor. ver. of Port Renfrew, Taf. 56, Fig. 14], *Choreonema, Epilithon* und *Lithothamnion).* Dieses Merkmal ist systematisch sehr wichtig. Für die Corallineae verae betont dies YENDO (1905, Principle S. 120—121).

Spermatangien.

Die fertile Fadenschicht der männlichen Konzeptakeln setzt sich aus den Spermatangienmutterzellen zusammen. Diese stehen sehr dicht nebeneinander und werden oft zu zweien von Basal- oder Stielzellen (vgl. YAMANOUCHI 1906 S. 409 und GRUBB 1925 S. 183) abgeschnitten (Fig. 9 B, 16, 30 E). Nach SOLMS (1881 S. 37) sollten sie gelegentlich (*Corallina mediterranea*) mit sterilen Haaren gemischt sein. Dies dürfte aber nicht richtig sein.

Was die Bildung der Spermatangien betrifft, so habe ich gefunden, dass die Abscheidung derselben von der Mutterzelle in der gewöhnlichen Weise, wie YAMANOUCHI (1906), SVEDELIUS (1912) und KYLIN (1914) es für *Polysiphonia violacea,* bzw. *Delesseria sanguinea* und *Rhodomela virgata* beschreiben, von statten geht. Die Mutterzelle schneidet durch eine schiefe Wand ein erstes Spermatangium ab und bildet dann nach aussen einen Fortsatz, der später als zweites Spermatangium abgeschnitten wird (siehe vor allem Fig. 26 B). Bisweilen dürfte die Mutterzelle nach mehreren Seiten Spermatangien abspalten. Die älteren Angaben von SOLMS (1881) und GUIGNARD (1889), dass sich die Spermatangien bei gewissen Melobesien, z. B. *Melobesia* (*Epilithon*) *membranacea* und *Melobesia* (*Choreonema*) *Thureti,* reihenweise von der Mutterzelle terminal abschnürten (siehe GUIGNARD l. c. Taf. 6, Fig. 22 oder OLTMANNS 1922 Fig. 571), sind nicht bestätigt worden (KYLIN 1928 S. 40 und diese Arbeit S. 58 u. 61). Betreffs der Angaben von WEBER-VAN BOSSE (1886) und ROSENVINGE (1917), dass die Spermatangien bei *Melobesia Lejolisii* an den Enden langer Sterigmen gebildet würden, siehe oben S. 12.

GRUBB (1925) hat die Spermatangienbildung bei einer grossen Anzahl von Florideen verfolgt und dabei die Aufmerksamkeit u. a. darauf gerichtet, dass die Spermatangienmutterzellen erst zwei bis drei, seltener vier oder fünf primäre Spermatangien abgliedern und dann oft ebenso viele sekundäre bilden. Dies dürfte auch für die Corallinaceen zutreffen und würde dann erklären, dass die reifen Konzeptakeln oft eine überaus grosse Menge freier männlicher Körperchen enthalten.

Meine Untersuchung über die Spermatangienbildung hat mich zu der bestimmten Auffassung gebracht, dass bei den Corallinaceen die ganzen Spermatangien als solche von ihren Mutterzellen abgetrennt und befreit werden. Für diese Auffassung spricht zweierlei, erstens dass ich nie entleerte Spermatangienhülsen gefunden habe, zweitens dass bei dieser Auffassung die gleich unten zu behandelnden Anhängsel der männlichen Körperchen leicht zu erklären sind. SOLMS (l. c. S. 37) und YAMANOUCHI (1921 S. 93) sind betreffs der Spermatangienbildung bei *Corallina mediterranea* derselben Meinung. Sonst werden ja bei den Florideen Spermatien durch Aufreissen der Spermatangienmembran entleert. YAMANOUCHI (1906 S. 410) und DUNN (1917 S. 440) geben aber an, dass bei *Polysiphonia violacea* und *Dumontia filiformis* bzw. die ganzen Spermatangien abgetrennt werden, welche Angaben aber GRUBB (l. c. S. 244) kritisiert.

Charakteristisch für die männlichen Körperchen der Corallinaceen sind die grösseren oder kleineren Anhängsel, die sie tragen. Diese sind seit den Arbeiten von ROSANOFF (1866), THURET u. BORNET (1878), SOLMS (l. c.) und GUIGNARD (l. c.) in der Literatur bekannt. Ich selbst habe solche Anhängsel bei *Lithophyllum expansum*, *Corallina officinalis*, *C. rubens*, *Amphiroa rigida* und *Choreonema Thureti* beobachtet. Im allgemeinen sind sie recht kurz, bei *Corallina officinalis* aber sehr lang und fadenförmig. Man begegnet in der Literatur verschiedenen Auffassungen bezüglich ihrer Natur (siehe oben S. 35—36). Meiner Meinung nach stellt das Anhängsel oder der Schwanz den hinteren Wandteil des abgetrennten Spermatangiums dar, der beim Zusammenziehen des Plasmas in den oberen Teil frei wird. Das Anhängsel ist also eine Membranbildung. Es färbt sich auch in den Präparaten stark mit Lichtgrün. Derselben Meinung ist auch SOLMS (l. c. S. 39).

Bei der Abtrennung des Spermatangiums befindet sich sein Kern in einem späten Prophasenstadium. Die Spermatangien bleiben dann lange in dem Konzeptakel liegen. Dabei macht der Kern eine Teilung durch. Die Kerne befanden sich in meinen Präparaten in späten Prophasen-, Meta- und Anaphasenstadien (Fig. 20 E u. 26 E). Die weitere Entwicklung der Spermatangien konnte ich nicht verfolgen. Sie scheinen das Konzeptakel unter Teilung zu verlassen.

Die jetzt geschilderte Kernteilung habe ich bei folgenden Arten beobachtet: *Lithophyllum expansum*, *Corallina officinalis*, *C. rubens*, *Amphiroa rigida*, *Choreonema Thureti* und *Lithothamnion lichenoides*. Wahrscheinlich kommt sie bei allen Corallinaceen vor. — Interessant ist in diesem Zusammenhang die Angabe ROSENVINGES (1917 S. 267), dass er bei *Lithophyllum corallinae* Spermatien mit zwei Kernen beobachtet habe.

Mehrere Forscher (vgl. KYLIN, 1937 S. 177—178) haben gezeigt, dass der Spermatangienkern bei einer grossen Anzahl verschiedener Florideen in einem späten Prophasenstadium steht, wenn das Spermatium entleert wird. Es scheint mir nicht unmöglich, dass die so eingeleitete Kernteilung wie bei den Corallinaceen weiter gehen könne. Es ist aber natürlich eine schwierige Sache, dies sicher nachzuweisen, da ja im allgemeinen die Spermatien direkt ins Wasser entleert

werden. Schmidle (1899 S. 128) gibt für *Batrachospermum* an, dass die an die Trichogyne angeklebten Spermatien eine Kernteilung durchmachen. Ähnliche Angaben machen Wolfe (1904 S. 617), Kylin (1916 S. 261) und Cleland (1919 S. 334) für *Nemalion*. Bei diesen beiden Gattungen befindet sich der männliche Kern bei seiner Verschmelzung mit dem Eikern im Ruhestadium (Kylin 1916 u. 1917). — Bei einigen anderen Florideen dürfte indessen, wie Kylin (1937 S. 178) hervorhebt, die in den reifen Spermatien vorbereitete Kernteilung sicher nicht abgeschlossen werden. Es gilt dies für folgende Arten: *Polysiphonia violacea* (Yamanouchi 1906), *Delesseria sanguinea* und *Scinaia furcellata* (Svedelius 1914 u. 1915) *Griffithsia corallina* und *Polysiphonia nigrescens* (Kylin 1916 u. 1923). Der Spermatienkern steht nämlich bei diesen Algen bei seiner Verschmelzung mit dem Eikern noch im Prophasenstadium.

Tetrasporenkonzeptakeln.

Die Tetrasporangien werden bei den allermeisten Gattungen in Konzeptakeln gebildet, die einem der beiden im speziellen Teil beschriebenen Typen angehören.

Ein primitiveres Verhältnis besteht bei der von Heydrich (Corallinaceae etc. 1897) gegründeten Gattung *Sporolithon*, die keine eigentlichen Konzeptakeln haben. Die Sporangien stehen hier in Reihen, die den Thallus durchziehen und von sterilen Zellenschichten begrenzt sind. Tetrasporangiensori von genau demselben Bau sind auch charakteristisch für die von Rothpletz (1891) auf Grund dieses Merkmals aufgestellte fossile Gattung *Archaeolithothamnion*.[1]

Von diesem Typus lassen sich die sorusähnlichen Konzeptakeln ableiten, die bei den Gattungen *Chaetolithon*, *Epilithon*, *Lithothamnion* und *Phymatolithon* vorkommen. Die Tetrasporangien stehen hier in scharf begrenzten Sori, mit sterilen Zellreihen untermischt. Über jedem Sporangium bildet sich ein Schleimpropfen. Beim Reifen der Tetrasporangien werden die zwischen ihnen liegenden sterilen Zellen verdrängt, wodurch ein einheitliches Konzeptakel gebildet wird. Das Dach wird von den Poren, die durch das Auflösen der Schleimpropfen zustande kommen, siebartig durchlöchert.

Schon Solms-Laubach (1881 S. 51—52) legte die Entwicklung dieser Konzeptakeln im grossen klar. Später versuchte Pilger (1908 S. 255—256), ihre Bildung bei *Lithothamnion Philippii* aufzuklären. Seine Angaben und Abbildungen, die Svedelius (1911) und Oltmanns (1922) wiedergeben, sind aber sicher fehlerhaft. Nichols (1908) liefert eine beinahe völlig richtige Darstellung derselben bei *Lithothamnion* (*Epilithon*) *mediocre*. Nur betreffs der Entstehung der Schleimpropfen irrt er sich. Kylin (1928) hat schliesslich an *Epilithon membranaceum* die Entwicklung definitiv aufgeklärt (siehe oben S. 61). Seine Ergebnisse habe ich bei derselben Art und bei *Lithothamnion lichenoides* bestätigen können.

[1] Die Gattung *Sporolithon* wurde von Foslie (Weiteres über Melobesieae 1897) als Synonym unter *Archaeolithothamnion* einbezogen. Siehe des weiteren Svedelius (1911 S. 267).

Es stellte sich heraus, dass der Schleimpropfen keine selbständige Zelle darstellt, sondern, wie SOLMS angibt, aus einer Verdickung des scheitelständigen Membranabschnitts der Sporangienanlage hervorgeht. Die jungen Sporangien sind also Endzellen aufsteigender Zellreihen, welcher Ansicht schon ROTHPLETZ (l. c. S. 308—309) war.

Alle übrigen Corallinaceengattungen haben krugförmige Tetrasporenkonzeptakeln mit einer einzigen zentralen Öffnung. ROSANOFF (1866) betrachtete diese Konzeptakeln fälschlich als Zystokarpien. SOLMS (l. c.) erkannte ihre wahre Natur und untersuchte ihre Bildungsweise vor allem bei *Corallina mediterranea*. Sie kommen in der Weise zustande, dass eine kreisförmige Gruppe der senkrechten Thalluszellreihen im Wachstum zurückbleibt und mittels lokal geförderten Wachstums allmählich von den umgebenden Zellreihen überwölbt wird. In dieser Weise entstehen die Konzeptakeln in den Gattungen *Corallina* (einschliessl. *Jania*), *Cheilosporum* und *Choreonema*. In den Gattungen *Melobesia, Lithophyllum* und *Amphiroa* beteiligen sich auch bei der Dachbildung des Konzeptakels die oberen Zellen der hier zwischen den jungen Sporangien stehenden vegetativen Zellreihen. Die unteren Zellen dagegen werden bei der Reife der Sporangien verdrängt.

Die Sporangien bedecken also in diesen Gattungen nicht den ganzen Konzeptakelboden, sondern sie sind mit sterilen Fäden untermischt. Sie sind entweder gleichförmig über den Boden verteilt oder entstehen nur an den Seiten. Ersteres ist charakteristisch für die Gattung *Goniolithon* (FOSLIE 1900, Rev. syst. surv., und PILGER 1919). Für *Melobesia* und *Lithophyllum* soll dieser Unterschied nach FOSLIE (l. c.) ein gattungstrennendes Merkmal sein. Bei *Melobesia* sollen die Sporangien gleichförmig auf dem Boden entstehen, bei *Lithophyllum* nur an den Seiten, während die Mitte hier hervorgewölbt und von paraphysenähnlichen Zellen eingenommen ist (Fig. 17). NICHOLS (1909 S. 361) fand bei *Lithophyllum macrocarpum* f. *intermedia*, dass auch im Zentrum Sporangien entstehen können, und will darum diesem Merkmal keine systematische Bedeutung beilegen. Seine Figur 17 zeigt freilich ein zentral gestelltes Sporangium; die Hauptmasse der Sporangien steht aber in der Peripherie. ROSENVINGE (1917) fand bei derselben Art Sporangien nur in der Peripherie. Auch bei anderen von ihm untersuchten *Lithophyllum*-Arten fand er dasselbe. Es scheint mir deshalb, dass dieser Charakter nicht ohne Wert ist.

Bisweilen haben die Sporangien mehr oder minder gut differenzierte Stielzellen. Nach FOSLIE (l. c.) sollen diese für die Gattung *Melobesia* im Gegensatz zu *Lithophyllum* charakteristisch sein. NICHOLS (l. c.) weist aber nach, dass sie auch bei *Lithophyllum* vorkommen können.

Was die Bildung der zentralen Pore dieser Konzeptakeln betrifft, soll sie nach FOSLIE (l. c.) bei den Gattungen *Melobesia* und *Lithophyllum* auf verschiedene Weise stattfinden. Bei dieser soll die emporgewölbte Bodenpartie zuerst mit dem Dach durch einen parenchymatischen Zapfen in Verbindung stehen, welcher nach oben hin in einen gallertartigen Propfen übergehe. Bei jener soll dagegen der ebene Boden in der Mitte mit dem Dach nur durch zarte, gleich verschwindende Fäden verbunden

sein. Wie oben S. 28 erwähnt worden ist, gibt es bei *Lithophyllum expansum* keinen solchen parenchymatischen Zapfen. NICHOLS (l. c. S. 360) fand bei den von ihm untersuchten *Lithophyllum*-Arten dies Merkmal auch nicht. Der von FOSLIE hier vindizierte Unterschied zwischen *Melobesia* und *Lithophyllum* dürfte darum nicht bestehen.

Tetrasporangien.

Wenn man von den Deckzellen absieht, sind die Sporangien aller Corallinaceen Endzellen aufsteigender Zellreihen.

Die Tetrasporen werden durch Querteilung der Sporangien gebildet. Die Teilung ist eine ausgesprochene Simultanteilung. Nach HEYDRICH (1897, Melobesiae, Taf. 18) sollen die Tetrasporen der Gattung *Sporolithon* durch Kreuzteilung zustande kommen. Die reifen Sporen sollen weiter durch eine besondere grosse, hyaline »Entleerungszelle», die am Grunde des Sporangiums gebildet wird, herausbefördert werden. Diese Angaben bedürfen sicher einer Nachprüfung.

Bisporangien.

Wie schon im speziellen Teil erwähnt worden ist, werden oft statt Tetrasporen Bisporen erzeugt. BAUCH (1937) gibt eine Aufzählung der Arten, von denen Bisporen bisher bekannt geworden sind. Alle diese Fälle beziehen sich auf krustenförmige Melobesieen. Ich habe indessen auch bei einer zu den Corallinae verae gehörigen Art, nämlich *Amphiroa rigida*, Bisporen gefunden. BAUCH (l. c. S. 368) unterscheidet zwischen obligatorischer und fakultativer Zweisporigkeit. Bei den obligatorisch bisporen Arten sind die Bisporen die einzige Sporenform. Bei der fakultativen Zweisporigkeit unterscheidet er zwei verschiedene Typen, einmal eine rassenmässige Zweisporigkeit und ihr gegenüber eine nur gelegentliche Ausbildung von Bisporen bei sonst normal tetrasporen Arten. Gerade bei diesen Formen kommen oft Bi- und Tetrasporen gemeinsam in einem Konzeptakel vor.

Nach Untersuchung der Bisporenbildung bei einer Anzahl von Arten stellt BAUCH bezüglich der Kernverhältnisse der Bisporen zwei verschiedene Typen auf, erstens einen Zweikerntypus, bei welchem jede Einzelspore eines Bisporangiums zwei Kerne erhält, die sich quer zur Längsachse des Bisporangiums anordnen und die einer vermutlich normalen Reduktionsteilung entstammen, zweitens einen Einkerntypus, bei welchem jede Einzelspore nur einen einzigen Kern erhält, der im Interkinesestadium verharrt und während der Sporogenese nicht in den zweiten Teilungsschritt der Reduktion eintritt. Die von mir angegeben Fälle von Bisporenbildung gehören dem Einkerntypus.

Bei dem Zweikerntypus, sind die Kerne als haploid anzusprechen, bei dem Einkerntypus kann man, wie BAUCH (S. 386) betont, nicht mit Sicherheit angeben,

ob die Bisporen haploider oder diploider Natur sind. Für solche obligat bisporen Arten, die neben den Sporenpflanzen auch Geschlechtspflanzen haben, nimmt Bauch einen normalen Generationswechsel und reduktionelle Teilung bei der Bisporenentwicklung an. Für die fakultativ bisporen Arten und die obligat bisporen Arten, bei denen Geschlechtspflanzen bisher nicht gefunden worden sind, ist Bauch geneigt, die Bisporen als diploid zu betrachten.

Zytologische Untersuchungen sind hier wünschenswert, um eine sichere Entscheidung der Kernfragen zu erhalten.

IV. Geschichtliches; systematische Bemerkungen.

Die Systematik der Corallinaceen arbeitet unter grossen Schwierigkeiten. Der Reichtum an Formen und ihre durch äussere Einflüsse bedingte Variation macht es schwer, die Arten abzugrenzen. Auch die Gattungen lassen sich oft nur mit Schwierigkeit begrenzen. Das Studium der Anatomie und besonders der Entwicklungsgeschichte wird durch die Kalkinkrustation, die dichte Häufung der Reproduktionsorgane und das oft nur spärliche Vorkommen von Geschlechtsindividuen erschwert, und es dauerte daher lange, ehe das System auf einen einigermassen rationellen Grund gestellt werden konnte.

Die Corallinaceen wurden lange zum Tierreich gerechnet. Ich gehe hier nicht auf die ältere Literatur ein, sondern verweise auf die Übersichten bei YENDO (Principle 1905), LEMOINE (1911) und FOSLIE (1929). LAMOUROUX (1816) nimmt in seine Ordnung Corallineae neben einigen kalkführenden Chlorophyceen die Gattungen *Jania, Corallina, Amphiroa* und *Melobesia* auf.

Erst PHILIPPI (1837) gab einen klaren Beweis dafür, dass die krustenförmigen Corallineen wirklich Pflanzen sind. Er untersuchte entkalkte und mit Jod gefärbte Präparate, wobei er die Chlorophyll- und Stärkekörner nachweisen konnte. Weiter stellte er die Gattungen *Lithothamnion* und *Lithophyllum* auf, welche er an äusseren Merkmalen unterschied. Einen Fortschritt bezeichnet die Arbeit von DECAISNE (1842), der die Form und Lage der Konzeptakeln als Gattungsmerkmale benutzte.

ARESCHOUG (1852), der die Corallineen in J. G. AGARDHS »Species, genera et ordines algarum» behandelte, teilte seine Ordnung Corallineae in zwei Tribus ein: Melobesieae und Corallineae (verae). Zu der ersteren Tribus führte er die krustenförmigen Kalkalgen mit den Gattungen *Hapalidium, Melobesia* (mit dem Subgenus *Lithophyllum*), *Lithothamnion* und *Mastophora,* zu der zweiten Tribus die aufrechten, Gelenke führenden mit den Gattungen *Amphiroa, Cheilosporum, Arthrocardia, Jania* und *Corallina.* Die Gattungen wurden fortwährend nach äusseren Charakteren, wie Form und Lage der Konzeptakeln begrenzt, weshalb z. B. die Gattungen *Lithophyllum* und *Lithothamnion* keine natürliche Abgrenzung voneinander erhielten.

ROSANOFF (1866) widmete den Gattungen *Melobesia, Lithophyllum* und *Lithothamnion* eine sehr eingehende anatomische Untersuchung, die für unsere Kenntnis

über die Anatomie der krustenförmigen Corallinaceen grundlegend ist. Eine Veränderung des Systems wurde aber nicht vorgenommen.

Im Jahre 1881 legte SOLMS-LAUBACH seine Monographie: »Die Corallinenalgen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte» vor. In dieser wertvollen Arbeit gibt er vor allem eine eingehende Darstellung der Reproduktionsorgane und ihrer Entwicklung bei einer grossen Anzahl von Corallineen, besonders *Corallina mediterranea*. Wie oben erwähnt, sind seine Befunde im wesentlichen bestätigt worden. SOLMS wies nach, dass innerhalb der Gattung *Melobesia* in ihrer damaligen Umfassung die beiden oben (S. 84—85) erwähnten Typen von Tetrasporenkonzeptakeln bei verschiedenen Arten vorkommen, und deutet an, dass man auf diesem Unterschied differente Gattungen begründen könne. Er behält aber das System unverändert bei. Die Gattungen *Melobesia* und *Lithophyllum* will er an anatomischen Charakteren unterscheiden, zwischen letzterer und *Lithothamnion* erscheint es ihm schwieriger, die Grenze zu ziehen.

Diese Schwierigkeit wurde durch die Untersuchungen an fossilen Corallineen, die ROTHPLETZ (1891) publizierte, reduziert. ROTHPLETZ legt in dieser Arbeit die Entwicklungsgeschichte der Tetrasporenkonzeptakeln der Systematik zugrunde. Er teilt die fossilen und lebenden Lithopyllen und Lithothamnien in drei Gruppen ein: *Archaeolithothamnium, Lithothamnium* und *Lithothamniscum*. Die erste Gruppe wird durch die Anordnung der Tetrasporangien in unregelmässigen, nicht begrenzten Sori (siehe oben S. 84) gekennzeichnet, die zweite durch sorusähnliche Konzeptakeln mit siebartig durchlöchertem Dach. Die dritte Gruppe ist im wesentlichen mit *Lithophyllum* in der jetzigen Umfassung identisch und wird durch Konzeptakeln mit einer einzigen zentralen Öffnung charakterisiert.

Da ROTHPLETZ's Untersuchung sich auf fossiles Material bezieht, wurde sie unter den Algologen nicht hinlänglich bekannt. SCHMITZ und HAUPTFLEISCH in Natürlichen Pflanzenfamilien (1897) präsentieren darum ein System, das mit dem von SOLMS benutzten im wesentlichen übereinstimmt und sich auf äussere Merkmale gründet. Die monotypischen Gattungen *Schmitziella* und *Choreonema* kommen hinzu.

Im letzten Jahrzehnt des vorigen und im ersten dieses Jahrhunderts wurde die Systematik der krustenförmigen Corallinaceen von HEYDRICH und FOSLIE sehr intensiv bearbeitet. Diese Forscher stellten, jeder für sich und oft unter Polemik, nacheinander eine ganze Reihe von modifizierten Systemen auf. Eine kritische Darstellung dieser Arbeiten gibt PILGER (1908).

Sein erstes System begründet HEYDRICH (1897 Corallinaceae etc.) wesentlich auf die Morphologie und Anatomie des Thallus. Die Abgrenzung der Gattungen *Lithophyllum* und *Lithothamnion* untereinander wird auf die Weise ganz unsicher. Die Gattung *Sporolithon* wird wegen der Anordnung der Tetrasporangien abgetrennt (vgl. S. 84). Bald nachher reformierte HEYDRICH (1897 Melobesiae) durch die Benutzung der Verschiedenheiten in der Anordnung der Tetrasporangien sein erstes System. Die Gattungen *Lithophyllum*, *Lithothamnion* und *Sporolithon* werden dadurch gut voneinander abgegrenzt. Nach diesem Gesichtspunkt wird nun auch *Melobesia* zerlegt, indem die Gattung *Epilithon* aus ihr ausgebrochen wird.

Foslie (1895) stellte zuerst *Lithophyllum* als ein Subgenus unter *Lithothamnion*. Von den typischen Lithothamnien (*Eulithothamnion*) wäre das Subgenus nur durch Unterschiede im Thallusaufbau zu charakterisieren.

Später stellte Foslie (1898 Syst. Surv. Lithoth.; List of Lithoth.) ein System der Melobesieae auf, das sich u. a. auf die Anordnung der Sporangien und die Form der Konzeptakeln gründete. Im Jahre 1900 publizierte er sein »Revised systematical survey of the Melobesieae», wobei er auch den Bau der Karposporenkonzeptakeln als Einteilungsgrund benutzte. Dies System stimmt aber in der Hauptsache mit dem früheren überein. Ich kann hier nicht auf Einzelheiten eingehen, sondern möchte nur in aller Kürze folgendes anführen. *Epilithon* wird als Subgenus zu *Lithothamnion* gezogen. Von *Lithothamnion* werden abgetrennt *Clatromorphum* und *Phymatolithon*. Die monotypische Gattung *Chaetolithon* mit einer parasitischen Art mit sorusähnlichen Konzeptakeln wird aufgestellt. *Lithophyllum* zerfällt in die Untergattungen *Eulithophyllum*, *Carpolithon* und *Lepidomorphum*, und die mit *Lithophyllum* verwandte Gattung *Goniolithon* wird aufgestellt. *Melobesia* zerfällt in die Untergattungen *Eumelobesia* und *Heteroderma*, und *Dermatolithon* wird aufgestellt. Aus der Gattung *Melobesia* bricht er (1905 New Lith.) die Gattung *Litholepis* aus. — In Alg. Not. VI macht Foslie (1909) später einige systematische Bemerkungen. *Epilithon* wird als Gattung aufgenommen. Von der Gattung *Goniolithon* wird ein neues Genus *Hydrolithon* abgetrennt. *Heteroderma* wird als eigene Gattung aufgeführt, *Porolithon* aus der Gattung *Lithophyllum* ausgebrochen und *Dermatolithon*, welche Gattung Foslie (1904 Alg. Not.) einige Zeit als ein Subgenus der Gattung *Lithophyllum* betrachtete, wieder als eigene Gattung aufgefasst. Weiter wird die Gattung *Lithoporella* von *Mastophora* abgetrennt.

Im Jahre 1900 legt Heydrich (Weiterer Ausbau etc.) ein vollständig neues System vor, indem er die Entwicklungsgeschichte der weiblichen Organe und der Karposporen berücksichtigt. Auf Grund von Verschiedenheiten hierin stellt er neben zwei früher geschaffenen noch fünf neue Gattungen auf. Wie oben (S. 80) gezeigt ist, sind die Heydrich'schen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen nicht zutreffend, weshalb diese Gattungen nicht aufrechterhalten werden können.

Svedelius (1911 in Natürl. Pflanzenfam.) folgt in seiner Übersicht über das Corallinaceensystem hauptsächlich Foslie. Wie Foslie (siehe Weber-van Bosse u. Foslie 1904) teilt er die Corallinaceen in sieben Tribus ein, nämlich *Schmitzielleae*, *Chaetolithoneae*, *Lithothamnioneae*, *Choreonemeae*, *Melobesieae*, *Mastophoreae* und *Corallineae*. Diese Einteilung dürfte eine sehr natürliche Gruppierung darstellen.

Svedelius nimmt alle von Foslie aufgestellten Gattungen auf. Diese sind oft nur auf vegetative Merkmale, wie Form der Konzeptakeln, Ausbildung des Hypothalliums, Vorkommen von Trichocyten usw. gegründet. Ich habe keine Gelegenheit gehabt, Vertreter dieser Gattungen zu untersuchen. Es scheint mir aber, als wäre Foslie bei seiner Systematizierung etwas zu weit gegangen. Es dürfte nicht immer leicht sein, seine Gattungen scharf zu begrenzen. Derselben Meinung ist auch Rosenvinge (1917). Es erscheint mir dann besser, an einer kleineren Anzahl von Gattungen zu laborieren.

Wie oben erwähnt, bereitet es gewisse Schwierigkeiten, die Gattungen *Lithophyllum* (einschl. *Dermatolithon*) und *Melobesia* voneinander zu unterscheiden. Es scheint aber, als wäre das Vorkommen direkter sekundärer Tüpfel in den Längswänden bei *Lithophyllum* ein gutes Merkmal für die Unterscheidung (S. 71).

Was die Gattung *Epilithon* betrifft, so wird sie durch die Befunde von NICHOLS, KYLIN und mir noch schärfer von *Lithothamnion* abgegrenzt. Das Dickenwachstum geschieht durch Teilungen der Basalzellen, weshalb bei der Konzeptakelbildung mehrere Zellschichten aufgehoben werden (S. 75), und die männlichen Konzeptakeln werden in einer ganz spezifischen Weise gebildet (S. 82).

In den letzten Jahrzehnten hat LEMOINE in mehreren Arbeiten versucht, die Corallinaceen hauptsächlich auf Grund des anatomischen Baues zu klassifizieren. So besonders in ihrer grossen Arbeit vom Jahre 1911, in der sie folgende Ga... unter der Gruppe Melobesiae aufführt: *Archaeolithothamnion*, *Lithothamni*... *...nophyllum*, *Porolithon*, *Terrea*, *Melobesia* und *Mastophora*. Die FOSLIE'... ...hen Gattungen *Phymatolithon*, *Goniolithon* und *Dermatolithon* werden mit *Lit*... *...thamnion*, bzw. *Lithophyllum* und *Melobesia* vereinigt.

LEMOINE stellt drei anatomische Haupttypen auf: 1. Typus Lit... ...othamnium, 2. Typus Lithophyllum und 3. Typus Melobesia. Unter ... ...rücksichtigung dieser Typen werden die Arten auf die verschiedenen Gattunge... ...verteilt. Dabei führt sie die Konsequenz zu, gewisse *Lithothamnion*-Arten, w... z. B. *L. lichenoides* in die Gattung *Lithophyllum* einzureihen, und weiter gew... ...isse *Lithophyllum*-Arten, wie *Lithophyllum expansum*, die sich in anatomischer ... ...hinsicht dem Lithophyllum-Typus nicht gerade anschliessen, auszubrechen. ... muss aber, wie schon SVEDELIUS (1911) bemerkt, zu einem künstlichen Sys... ...führen. — Später (1913 Mél. Rév. etc.) stellt sie eine Gattung *Pseudolithop*... ...llum auf, ... der sie die gleich oben erwähnt... *Lithophyllum*-Arten rechnet. ... *Lithophyllum* ... *expansum* wird (1924) zu dieser Gattung übergeführt. Die fragl... ...che Gattung scheint mir kaum motiviert, und wir scheint es mir wenig an... ...gemessen, *Lithophyllum expansum* von der Gattung *Lithophyllum* abzutrennen. ... Diese Art, oder auch *L. incrustans*, die gleichzeitig von PHILIPPI (1837) aufg... ...wurde, ist als typische Spezies aufzufassen (vgl. FOSLIE 1929 S. 17). — Sp... ...äter hat LEMOINE offenbar eingesehen, dass sie die anatomischen Gesichtspunk... zu einseitig angewandt hat, und 1928 stellt sie eine neue Gattung, *Mesoph*... auf, zu der sie diejenigen Arten rechnet, die in anatomischer Hinsicht dem ... ...phyllum-Typus angehören, in bezug auf die Tetrasporenkonzeptakeln al... der Gattung *Lithoth*... *...amnion* gehören.

Die Systematik der ...alineae verae haben ... in diesem Jahrhundert vor allem WEBER-VAN BOSSE und Y... behandelt. Jüngs... ist das System ... weiter von M... ...ANZA (1937) ausgebaut worden ... diese Arbeiten gehe ich aber nicht ein.

Wenn man versucht ... verwandtschaftliche Beziehungen zwischen den Gattungen der Corallinaceen ... den, muss man natürlich in erster Linie die ...

[1] FOSLIE (1908 S. 268) ist ... diese Art als Typus des Genus *Lithothamnion* in der geänderten Begrenzung desselben ... zusel...

Entwicklung der Reproduktionsorgane berücksichtigen. Wenden wir uns erst den Tetrasporen zu, so ist an die von ROTHPLETZ aufgestellten drei Typen der Sporangienanordnung (siehe oben S. 89) zu erinnern. ROTHPLETZ sah in diesen Typen einen entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang. Als ursprüngligsten Typus betrachtete er die bei der Gattung *Archaeolithothamnion* vorkommende Anordnung in wenig oder gar nicht individualisierten Sori. Von diesem Typus leitete er die sorusähnlichen Konzeptakeln bei *Lithothamnion* und die krugförmigen bei *Lithophyllum* (bei ihm *Lithothamniscum* genannt) ab. Eine gute Stütze für seine Auffassung fand ROTHPLETZ in dem zeitlichen Auftreten dieser Gattungen in früheren geologischen Perioden. Die Gattung *Archaeolithothamnion* ist schon aus der oberen Kreide- und der älteren Tertiärformation bekannt. Sie trat dann zurück, und der Typus ist unter den jetzt lebenden Corallinaceen nur bei einer kleinen Anzahl von Arten, die zu der Gattung *Sporolithon* gehören, vertreten. Die beiden abgeleite... en traten warhscheinlich gleichzeitig auf und sind aus dem jüngeren Tertiä... nt.

Was ... rugförmigen Konzeptakeln betrifft, ist SEDELIUS (1911) geneigt, unter ihn... i verschiedene Entwicklungsstufen anzunehmen. Die Konzeptakeln bei ... Gattung *Lithophyllum* mit ihren randständigen Tetrasporangien sollen einen ... en Typus als die der Gattung *Goniolithon* mit ihren über den ganzen Boden ... euten Sporangien darstellen. Dies scheint mir auch sehr wahrscheinlich. Au... *Melobesia* stehen die Tetrasporangien über den ganzen Konzeptakelboden z... eut.

Wenden wir u... n den Prokarpien zu, so lässt sich, wie oben S. 77—78 gezeigt wurde, ve... lene Typen unterscheiden. I... verzweigten Typen sind gegenüber ... rschie... als primitiv zu betrachten. ...ter den verzweigten sind weiter die einfachen ... entwickelten Karpogonäste primitiver als die mit nur einem. it zwei völlig ... lig ausgebildeter zweizelliger Karpogonäste in der Konzeptakelp... Auftreten völ... auch ein primitives Merkmal. Aus diesen Gesichtspunkten ...pherie ist wohl ... Gattung *Melobesia* ursprünglicher als die Gattung *Lithophy*... eraus dürfte die ...er scheinen die Typen ...g. 42 a-b nicht vorzukommen, au... *um* sein. Bei letzte... sreife Karpogonäste ...der Konzeptakelperipherie nie ausge... werden befruchtung ... Beurteilung kommt man bei Berücksichtigung der Tetraspor... det. Zu derselben ... gleich oben). — LEIE (1911 S. 188) will aus anatomi... enkonzeptakeln (siehe ... a von *Lithophyllum* ...bleiten. Die Melobesienkruste ...schen Gründen *Melobesia* ... gression der Lithophyllumkruste darstellen.

Di... sollte ein Stadium der Re... pogonäste finden ... bei den Gattungen *Lithothamn*... einfachen, dreizelligen Kar... (Fig. 42 g-h). Von diesen Gattungen dürfte *Lithothamnion* ursp... *ion* und *Epilithon* ... rünglicher sein, weil bei ihr d... e allerperipherer... Prokarpien verzweigt sind (sie... e oben S. 78). Weil diese G... attungen sor... ähnliche Konzeptakeln haben, müs... sen sie zu einer anderen Entwicklungsreihe ... die Gattungen *Melobesia* und *Lit*... *hophyllum* gehören. Beide sind ... wohl von ... Gattung *Archaeolithothamnion* a... zuleiten, wie dies von ROTHPLETZ angenomm... wurde ... An die Entwicklungsreihe *Archaeoli*...*mnion-Lithothamnion-Epilithon*

schliesst sich die monotypische Gattung *Chaetolithon* mit sorusähnlichen Konzeptakeln und einem durch die parasitische Lebensweise modifizierten Thallus an. Ähnlich schliesst sich die ebenfalls parasitische monotypische Gattung *Choreonema* an die Entwicklungsreihe *Archaeolithothamnion-Melobesia-Lithophyllum* an. Ihre Prokarpien (Fig. 42 f) stellen eine Art Zwischenstufe zwischen den verzweigten und den einfachen dreizelligen dar.

Was schliesslich die Corallineae betrifft, so dürften sie eine dritte Entwicklungsreihe innerhalb der Corallinaceen repräsentieren. Unter ihnen sind nur krugförmige Tetrasporenkonzeptakeln mit einem zentralen Porus bekannt. Aus mehreren Gründen möchte ich die Gattung *Amphiroa* im Verhältnis zu den Gattungen *Corallina* (einschl. *Jania*) und *Cheilosporum* als ursprünglich betrachten. Sie weist eine starke Polymorphie auf. Die Gelenke werden auf die verschiedenste Weise ausgebildet. Die Konzeptakeln liegen unregelmässig über die Sprossglieder zerstreut. Die Tetrasporangien sind mit vegetativen Zellfäden untermischt, und Prokarpien mit zwei völlig entwickelten Karpogonästen kommen vor. *Amphiroa* scheint auch nach fossilen Befunden eine ältere Gattung zu sein. Sie tritt schon im älteren Tertiär auf (vgl. Lemoine l. c. S. 189).

Solms-Laubach (1881 S. 29—30) und später Weber-van Bosse (1904 S. 83) haben die Aufmerksamkeit auf gewisse Beziehungen zwischen *Amphiroa* und *Lithothamnion* gerichtet. Bei den beiden Gattungen kommt ein andauerndes Dickenwachstum vor, weiter wird bei beiden der Sprossscheitel von einer Deckzellenschicht bedeckt, die von Zeit zu Zeit abgestossen und regeneriert wird. In diesen Verhältnissen sehen die genannten Forscher eine nahe Verwandtschaft zwischen den fraglichen Gattungen. Im Hinblick auf die Reproduktionsorgane kann man aber diese Ansicht nicht teilen. Es dürfte sich wohl nur um Analogien handeln.

Betreffs der Herkunft der Corallineae ist Lemoine (l. c. S. 189) geneigt zu glauben, dass sie von einem unbekannten Vorfahr herzuleiten sind, der seinerseits gemeinsame Herkunft mit *Archaeolithothamnion* habe.

Weitere entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an mehr Arten, vor allem von noch nicht bearbeiteten Gattungen, dürften eine sicherere Auffassung betreffs der inneren Verwandtschaft der Corallinaceen geben.

Zum Schluss möchte ich die Frage nach der systematischen Stellung der Familie Corallinaceae ein wenig erörtern. Schmitz (1883 S. 234) wollte die Corallinaceen in der Nähe der Squamariaceen unterbringen, weil in beiden Familien zahlreiche Karpogonäste nebeneinander stehen und gewisse Ähnlichkeiten im Aufbau des Thallus bestehen. Er stellte auch (1889 und 1897 [in Natürl. Pflanzenfam.]) diese Familien nebeneinander an das Ende seiner Ordnung Cryptonemiales. Die nächste Entwicklung des befruchteten Karpogons hatte Schmitz nicht beobachtet. Er nahm aber an, dass es sich mit der nächsten Auxiliarzelle verbindet. Weiter fand er, dass alle Auxiliarzellen, wie schon Solms-Laubach geschildert hatte, zu einer einzigen Fusionszelle verschmelzen, die am Rande die Gonimoblasten er-

zeugen. Bei den Squamariaceen hatte er gefunden, dass Karpogonäste und besondere Auxiliarzelläste dicht nebeneinander in Nemathezien stehen.

Nach seiner eingehenden Untersuchung von *Choreonema Thureti* diskutiert MINDER (1910 S. 31) die systematische Stellung der Corallinaceen. Er hebt hervor, dass besondere Auxiliarzelläste nicht ausgebildet werden. Die Funktion der Auxiliarzellen ist auf Elemente der Karpogonäste übergegangen. Die sporogenen Fäden sind, da die Karpogonäste einander so nahe stehen, zu kurzen Fortsätzen reduziert worden. Das ganze Konzeptakel funktioniert als eine Einheit; die Gonimoblasten werden in der Peripherie entwickelt. MINDER betrachtet ebenfalls die Squamariaceen als die nächsten Verwandten der Corallinaceen. Er fügt aber hinzu (S. 31): »Doch liegt es mir natürlich ferne, eine solche nahe Verwandtschaft behaupten zu wollen.» Die eigenartige Fruchtentwicklung der letzteren fasst er als eine Anpassung an die Verkalkung auf.

OLTMANNS (1922) nahm an, dass die Corallinaceen enge Beziehungen zu den Squamariaceen haben.

KYLIN (1928 S. 116) ist der Meinung, dass eine nahe Verwandtschaft zwischen den Rhizophyllidaceen, Squamariaceen und Corallinaceen besteht. Diese Familien bilden eine natürliche Entwicklungsreihe, in der die Corallinaceen die höchste Stufe einnehmen. Sie repräsentieren nach ihm den Höhepunkt der Entwicklung der Ordnung Cryptonemiales. KYLIN gründet diese Auffassung auf seine eingehende Untersuchung von *Epilithon membranaceum*. Wie oben S. 78 erwähnt wurde, unterscheidet KYLIN im weiblichen Konzeptakel von *Epilithon* die mittleren dreizelligen Karpogonäste und die peripheren zweizelligen Auxiliarzelläste. Das befruchtete Karpogon verbindet sich mit der ersten Zelle des Karpogonastes. Diese betrachtet KYLIN (l. c. S. 106) als eine Nährzelle oder sterile Auxiliarzelle. Von der so gebildeten Fusionszelle sollten sporogene Fäden nach den peripheren Auxiliarzellen ausgehen. Alle Auxiliarzellen und Nährzellen verschmelzen zu einer Fusionsscheibe, die am Rande die Gonimoblasten erzeugen. KYLIN erzielt mit dieser Betrachtung eine gute Übereinstimmung in der Entwicklung zwischen den drei genannten Familien. Bei den Rhizophyllidaceen und Squamariaceen stehen, wie seine Untersuchungen klarlegten, besondere Karpogon- und Auxiliarzelläste in Nemathezien dicht beisammen. Das befruchtete Karpogon verbindet sich erst mit einer als Nährzelle dienenden Zelle des Karpogonastes. Aus der so entstandenen Fusionszelle geht ein sporogener Faden aus, der sich mit einer Zelle eines Auxiliarzellastes verbindet und die Gonimoblastbildung bewirkt. Nur bei den Corallinaceen sind die Karpogonäste und Auxiliarzellen zu Prokarpien vereinigt. KYLIN (l. c. S. 110) nennt sie zusammengesetzte Prokarpien. Wegen des Vorkommens von Prokarpien werden die Corallinaceen auf die höchste Stufe der Entwicklungsreihe gestellt.

KYLIN (l. c. S. 40) betont auch die Übereinstimmung, die in bezug auf die Entwicklung der Spermatangienstände zwischen den Rhizophyllidaceen und Squamariaceen einerseits und *Epilithon* andererseits besteht.

Nach Untersuchung eines grösseren Materials bin ich zu der Auffassung ge-

kommen, dass ein prinzipieller Unterschied zwischen Karpogon- und Auxiliarzellästen und weiter zwischen typischen und sterilen Auxiliarzellen bei den Corallinaceen nicht aufrechterhalten werden kann (vgl. des weiteren oben S. 78—79). Als Auxiliarzellen funktionieren die Basalzellen der fertilen Astbüschel bzw. die ersten Zellen in den einfachen fertilen Fäden. Die Auxiliarzellen müssen zu dem *Dumontia*-Typus (KYLIN 1930 u. 1935) gerechnet werden. Die Corallinaceen würden also zu der Ordnung Cryptonemiales gehören.

KYLIN (1928 S. 115) stellt innerhalb der Cryptonemiales zwei Hauptreihen auf. Die eine wird dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsfäden zuerst mit sterilen Auxiliarzellen und erst dann mit den typischen Auxiliarzellen fusionieren. Zu dieser Reihe rechnet er die Familien Dumontiaceae, Rhizophyllidaceae, Squmariaceae und Corallinaceae. Die andere Hauptreihe, zu der KYLIN (l. c.) die Familien Grateloupiaceae, Gloiosiphoniaceae und später (1932 S. 74—76) auch Endocladiaceae, Trichocarpaceae und Callymeniaceae rechnet, wird dadurch charakterisiert, dass die Verbindungsfäden direkt die wirklichen Auxiliarzellen aufsuchen. In der ersten Reihe unterscheidet KYLIN (1928 S. 116) zwei verschiedene Entwicklungsreihen, und zwar die der Dumontiaceen, wo die Karpogon- und Auxiliarzelläste im Thallus zerstreut liegen, und weiter die obenerwähnte mit den Familien Rhizophyllidaceae, Squmariaceae und Corallinaceae. Siehe die Schemata bei KYLIN (1932 S. 76 und 1937 S. 294).

Es scheint mir angemessen, die Corallinaceen zu der ersten Hauptreihe zu rechnen, weil sich ja bei ihnen das befruchtete Karpogon zuerst mit der Auxiliarzelle des eigenen Prokarps verbindet und dann eine Verbindung mit den anderen des Konzeptakels zustande kommt. Dagegen sind sie aus der Entwicklungsreihe Rhizophyllidaceae-Squamariaceae herauszubrechen. Bei der jetzigen Kenntnis der Entwicklungsgeschichte der Familie Corallinaceae kann man keine nähere Verwandtschaft mit den Squamariaceen annehmen. Es scheint mir, als repräsentierten die Corallinaceen eine dritte selbständige Entwicklungsreihe parallel mit den beiden anderen, den Dumontiaceen und den Rhizophyllidaceen-Squamariaceen.

Literaturverzeichnis.

Ardissone, F., Phycologia mediterranea, Parte prima: Floridee. Varese 1883.

Areschoug, J. E., Corallineae in J. G. Agardh, Species, genera et ordines algarum. Lund 1852.

Batters, E. A. L., On Schmitziella; a new genus of endophytic algae, belonging to the order Corallinaceae. — Ann. of Bot., Vol. 6, London 1892.

Bauch, R., Die Entwicklung der Bisporen der Corallinaceen. — Planta, Arch. f. wiss. Bot., Bd. 26, Berlin 1937.

Berthold, G., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. — Jahrb. wiss. Bot., Bd. 13, Leipzig 1882.

— Die Cryptonemiaceen des Golfes von Neapel. — Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Bd. 12, Leipzig 1884.

Børgesen, F., Marine algae from the Canary Islands. 3. Rhodophyceae. — Danske Vidensk. Selsk., Biol. Meddel., 8, København 1929.

Bornet, Ed. et Thuret, G., Notes algologiques. Paris 1876—1880.

Buffham, T. H., On the antheridia, etc., of some Florideae. — Journ. of the Quekett microscop. Club, Ser. 2, Vol. 5, London 1893.

Chalon, J., Herborisations à Banyuls. — Bull. de la Soc. R. de bot. de Belgique, T. 39, Bruxelles 1900.

Cleland, R. C., The cytology and life-history of Nemalion multifidum Ag. — Ann. of Bot., Vol. 33, London 1919.

Cotton, A. D., Marine Algae. In Clare Island Survey. — Proceed. of the Royal Irish Acad., Vol. 31, Sect. 1, Dublin 1912.

Crouan, P. L. et H. M., Florule du Finistère, Paris 1867.

Damour, A. A., Note sur la composition des Millépores et de quelques Corallinées. Compt. rend. Acad. scienc., T. 32, Paris 1851.

Davis, B. M., Kernteilung in der Tetrasporenmutterzelle bei Corallina officinalis L. var. mediterranea. — Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 16, Berlin 1898.

Debray, F., Florule des algues marines du Nord de la France. — Bull. scientif. de la France et de la Belgique, T. 32, Paris 1899.

Decaisne, J., Mémoire sur les Corallines ou Polypiers calcifères. — Ann. scienc. nat., Bot. Sér. 2, T. 18, Paris 1842.

De-Toni, J. B., Sylloge algarum: Vol. 4, Florideae, Sect. 4—5, Patavii 1905, 1924.

Dunn, Grace, Development of Dumontia filiformis. II. Development of sexual plants and general discussion of results. — Bot. Gaz., Vol. 63, Chicago 1917.

Ellis, J., An essay towards a natural history of the Corallines. London 1755.

Ellis, J. and Solander, D., The natural history of many curious and uncommon zoophytes. London 1786.

Engler, A. und Prantl, K., Die natürlichen Pflanzenfamilien, Teil I Abt. 2, Leipzig 1897.

Esper, E. J. C., Die Pflanzenthiere in Abbildungen nebst Beschreibungen, Nürnberg 1788—1830.

Falkenberg, P., Die Meeres-Algen des Golfes von Neapel. — Mitteil. Zool. St. Neapel, Bd. 1, Leipzig 1879.

FOSLIE, M., The Norwegian Forms of Lithothamnion. — Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1894, Trondhjem 1895.
— Einige Bemerkungen über Melobesieae. — Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 15, Berlin 1897.
— Weiteres über Melobesieae. — Ebenda, Bd. 15, 1897.
— On some Lithothamnia. — Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1897, Trondhjem 1897.
— Systematical survey of the Lithothamnia. — Ebenda, 1898.
— List of species of the Lithothamnia. — Ebenda, 1898.
— New or critical calcareous algae. — Ebenda, 1900.
— Revised systematical survey of the Melobesieae. — Ebenda, 1900.
— Bemerkungen zu F. Heydrich's Arbeit: Die Lithothamnien von Helgoland. — Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 18, Berlin 1900.
— Bieten die Heydrich'schen Melobesien-Arbeiten eine sichere Grundlage? — Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1901, Trondhjem 1901.
— Die Lithothamnien des Adriatischen Meeres und Marokkos. — Wiss. Meeresunters. Biol. Anst. Helgoland, N. F., Bd. 7, Oldenburg 1904.
— Algologiske notiser. — Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1904, Trondhjem 1904.
— Remarks on Northern Lithothamnia. — Ebenda, 1905.
— New Lithothamnia and systematical remarks. — Ebenda, 1905.
— Bemerkungen über Kalkalgen. — Beihefte Bot. Centralblatt, Bd. 23, Abt. 2, Dresden 1908.
— Algologiske notiser VI. — Norske Vidensk. Selsk. Skrifter, 1909, Trondhjem 1909.
— Contributions to a monograph of the Lithothamnia. — After the author's death collected and edited by HENRIK PRINTZ. — Trondhjem 1929.
FUNK, G., Die Algenvegetation des Golfs von Neapel. — Pubbl. staz. zool. di Napoli, Vol. 7, Suppl., Napoli 1927.
GRUBB, VIOLET M., The male organs of the Florideae. — Journ. Linn. Soc., Botany, Vol. 47, London 1925.
GUIGNARD, L., Developpement et constitution des anthérozoides. — Revue génér. bot., T. 1, Paris 1889.
HARVEY, W. H., Phycologia Britannica, Vol. 1—4, London 1846—1851.
HAUCK, F., Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs. — Rabenhorst Kryptogamenflora, 2. Aufl., Bd. 2, Leipzig 1885.
HEYDRICH, F., Corallinaceae, insbesondere Melobesieae. — Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 15, Berlin 1897.
— Melobesiae. — Ebenda, Bd. 15, 1897.
— Über die weiblichen Conceptakeln von Sporolithon. — Bibliotheca botanica, Heft 49, Stuttgart 1899.
— Eine systematische Skizze fossiler Melobesieae. — Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 18, Berlin 1900.
— Weiterer Ausbau des Corallineensystems. — Ebenda, Bd. 18, 1900.
— Die Lithothamnien von Helgoland. — Wiss. Meeresunters. Biol. Anst. Helgoland., N. F., Bd. 4, Kiel 1900.
— Bietet die Foslie'sche Melobesien-Systematik eine sichere Begrenzung? — Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 19, Berlin 1901.
— Die Befruchtung des Tetrasporangiums von Polysiphonia Greville. — Ebenda, Bd. 19, 1901.
— Die Entwicklungsgeschichte des Corallineen-Genus Perispermum Heydr. — Ebenda, Bd. 19, 1901.
— Die Entwicklungsgeschichte des Corallineen-Genus Sphaeranthera Heydr. — Mitteil. Zool. Stat. Neapel, Bd. 14, Berlin 1901.
— Die Lithothamnien des Museum d'histoire naturelle in Paris. — Engl. Bot. Jahrb., Bd. 28, Leipzig 1901.
— Stereophyllum ein neues Genus der Corallinaceen. — Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 22, Berlin 1904.

HEYDRICH, F., Über Sphaeranthera lichenoides (Ell. et Sol.) Heydr. mscr. — Beihefte Bot. Centralblatt, Bd. 22, Abt. 2, Dresden 1907.
— Carpogonium und Auxiliarzelle einiger Melobesieae. — Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 27, Berlin 1909.
— Sporenbildung bei Sphæranthera lichenoides (Ell. et Sol.) Heydr. — Ebenda, Bd. 27, 1909.
HOWE, M. A., Algae. — In BRITTON, N. L. and MILLSPAUGH, CH. F., The Bahama Flora. New York 1920.
HÖGBOM, A. G., Über Dolomitbildung und dolomitische Kalkorganismen. — Neues Jahrb. f. Mineral., Geol. und Paläont., Bd. 1, Stuttgart 1894.
KNY, L., Über echte und falsche Dichotomie im Pflanzenreich. — Bot. Zeitung, Bd. 30, Leipzig 1872.
KOHL, F. G., Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg 1889.
KÜTZING, F. T., Phycologia generalis. Leipzig 1843.
— Species algarum. Lipsiæ 1849.
— Tabulae phycologicae, Vol. 8, Nordhausen 1858.
KYLIN, H., Studien über die Algenflora der schwedischen Westküste. Akadem. Abhandl., Upsala 1907.
— Studien über die Entwicklungsgeschichte von Rhodomela virgata Kjellm. — Svensk bot. tidskrift, Bd. 8, Stockholm 1914.
— Die Entwicklungsgeschichte von Griffithsia corallina (Lightf.) Ag. — Zeitschr. f. Bot., Bd. 8, Jena 1916.
— Über die Befruchtung und Reduktionsteilung bei Nemalion multifidum. — Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 34, Berlin 1916.
— Über die Entwicklungsgeschichte von Batrachospermum moniliforme. — Ebenda, Bd. 35, Berlin 1917.
— Studien über die Entwicklungsgeschichte der Florideen. — Vet. Akad. Handl., Bd. 63, Stockholm 1923.
— The marine red algae in the vicinity of the biological station at Friday Harbor, Wash. — Lunds Univ. Årsskrift, N. F., Avd. 2, Bd. 21, Lund 1925.
— Entwicklungsgeschichtliche Florideenstudien. — Ebenda, Bd. 24, 1928.
— Über die Entwicklungsgeschichte der Florideen. — Ebenda, Bd. 26, 1930.
— Die Florideenordnung Gigartinales. — Ebenda, Bd. 28, 1932.
— Remarks on the life-history of the Rhodophyceae. — Bot. Review, Vol. 1, New York 1935.
— Anatomie der Rhodophyceen. — Handb. d. Pflanzenanatomie. II. Abt., Bd. VI., 2. Teilbd.: Algen (B, g), Berlin 1937.
LAMOUROUX, J. V. F., Histoire des Polypiers coralligènes flexibles. Caen 1816.
LE JOLIS, A., Liste des algues marines de Cherbourg. — Mémoir. Soc. scienc. nat. de Cherbourg, T. 10, Paris 1863.
LEMOINE, PAUL, M[me], Sur la distinction anatomique des genres Lithothamnion et Lithophyllum. — Compt. rend. Acad. scienc., T. 148, Paris 1909.
— Structure anatomique des Mélobésiées. Application à la classification. — Ann. Inst. océanograph., T. 2, Paris 1911.
— Mélobésiées de l'ouest de l'Irlande (Clew Bay). — Nouv. arch. Mus. d'hist. nat., Sér. 5, Vol. 5, Paris 1913.
— Mélobésiées. Révision des Mélobésiées antarctiques. — Deuxième expéd. antarct. française 1908–1910. Paris 1913.
— Corallinacées du Maroc. — Bull. Soc. scienc. nat. Maroc, T. 4, Rochefort-sur-mer 1924.
— Un nouveau genre de Mélobésiées: Mesophyllum. — Bull. Soc. bot. France, T. 75, Paris 1928.
— Corallinaceae, Subfam. 1. Melobesieae. In BØRGESEN, F.: Marine algae from the Canary Islands. 3. Rhodophyceae. — Danske Vidensk. Selsk., Biol. Medd., 8, København 1929.

LEVRING, T., Zur Kenntnis der Algenflora von Kullen an der schwedischen Westküste. — Lunds Univ. Årsskrift, N. F.. Avd. 2, Bd. 31, Lund 1935.
LINNÉ, C. VON, Fauna Suecica. Holmiæ 1761.
— Systema Naturae. Editio 12. Holmiæ 1766.
MAGNUS, P., Zu Kny's Vortrag über Dichotomie. — Botan. Zeitung, Bd. 30, Leipzig 1872.
MANZA, A. V., The genera of the articulated Corallines. — Proceed. nat. Acad. scienc., Vol. 23, Easton, Pa., 1937.
MINDER, F., Die Fruchtentwicklung von Choreonema Thureti. — Diss., Freiburg i. Br. 1910.
MÖBIUS, M., Morphologie der haarartigen Organe bei den Algen. — Biolog. Centralbl., Bd. 12, Leipzig 1892.
NELSON, R. J. and DUNCAN, On some points in the histology of certain species of Corallinaceae. — Trans. Linn. soc., Ser. 2. Bot., Vol. 1, London 1876.
NICHOLS, M. B., Contributions to the knowledge of the California species of crustaceous Corallines I—II. — Univ. Calif. Publ., Botany, Vol. 3, Berkeley 1908 und 1909.
OLTMANNS, FR., Zur Entwicklungsgeschichte der Florideen. — Bot. Zeitung, Bd. 56, Leipzig 1898.
— Morphologie und Biolologie der Algen, Bd. 1, Jena 1904; Zweite Auflage, Bd. 2—3, Jena 1922—1923.
PHILIPPI, PH., Beweis, dass die Nulliporen Pflanzen sind. — Archiv f. Naturgeschichte, herausgeg. von Wiegmann, Jahrg. 3, Bd. 1, Berlin 1837.
PIA, J., Pflanzen als Gesteinsbildner. Berlin 1926.
— Die Anpassungsformen der Kalkalgen. — Palaeobiologica, Vol. 1, Wien 1928.
PILGER, R., Ein Beitrag zur Kenntnis der Corallinaceae. Bot. Jahrbücher, Bd. 41, Leipzig 1908.
— Über Corallinaceae von Annobon. — Ebenda, Bd. 55, 1919.
RAINERI, R., Corallinaceae del litorale tripolitano. — La Nuova Notarisia, Bd. 32, Padova 1921.
ROSANOFF, S., Recherches anatomiques sur les Mélobésiées. — Mémoir. Soc. scienc. nat. de Cherbourg, T. 12, Paris 1866.
ROSENVINGE, L. K., Remarks on the hyaline unicellular hairs of the Florideae. — Biolog. Arbejder tillegnede Eug. Warming, København 1911.
— The marine algae of Denmark. Part II Rhodophyceae II (Cryptonemiales). — Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 7 Raekke, Naturv. og Mathem. Afd., T. 7:2, København 1917.
ROTHPLETZ, A., Fossile Kalkalgen aus den Familien der Codiaceen und der Corallineen. — Zeitschr. deutsch. geol. Ges., Bd. 43, Berlin 1891.
SCHMIDLE, W., Einiges über die Befruchtung, Keimung und Haarinsertation von Batrachospermum. — Bot. Zeitung, Bd. 57, Leipzig 1899.
SCHMITZ, FR., Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. — Sitzungsber. der niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, Bd. 36—37, Bonn 1879—1880.
— Untersuchungen über die Fruchtbildung der Squamarieen. — Ebenda, Bd. 36, 1879.
— Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen. — Sitzungsber. Akad. d. Wissensch., Berlin 1883.
— Systematische Übersicht der bisher bekannten Gattungen der Florideen. — Flora, Bd. 72, Marburg 1889.
SCHMITZ, FR. und HAUPTFLEISCH, P., Corallinaceae. — In ENGLER u. PRANTL, Die Natürl. Pflanzenfamilien I: 2, Leipzig 1897.
SETCHELL, W. A. and GARDNER, N. L., Marine Algae of the Revillagigedo Islands Expedition in 1925. — Proceed. Calif. Acad. Sc., Fourth ser. Vol. 19, San Francisco 1930.
SJÖSTEDT, L. G., Floridean studies. — Lunds Univ. Årsskrift, N. F., Avd. 2 Bd. 22, Lund 1926.
SOLMS-LAUBACH, H. GRAF ZU, Die Corallinenalgen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. — Fauna u. Flora des Golfes von Neapel, Bd. 4, Leipzig 1881.
STURCH, H. H., Harveyella mirabilis (Schmitz und Reinke). — Ann. of Bot., Vol. 13, London 1899.
— On the life-history of Harveyella pachyderma and H. mirabilis. — Ebenda, Vol. 38, 1924.
— Choreocolax polysiphoniae Reinsch. — Ebenda, Vol. 40, 1926.

STÖHR, Ph. und MÖLLENDORFF, W. VON, Lehrbuch der Histologie, 22. Aufl., Jena 1930.

SVEDELIUS, N., Über den Bau und die Entwicklung der Florideengattung Martensia. Vet. Akad. Handl., Bd. 43, Stockolm 1908.

— Rhodophyceae, Nachträge zu Teil I Abt. 2 von ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig 1911.

— Über den Generationswechsel bei Delesseria sanguinea. — Svensk bot. tidskrift, Bd. 5, Stockholm 1911.

— Über die Spermatienbildung bei Delesseria sanguinea. — Ebenda, Bd. 6, 1912.

— Über die Zystokarpienbildung bei Delesseria sanguinea. — Ebenda, Bd. 8, 1914.

— Zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über Scinaia furcellata, ein Beitrag zur Frage der Reduktionsteilung der nicht tetrasporenbildenden Florideen. — Nova acta Soc. scient. Ups., Ser. 4 Vol. 4, Upsala 1915.

— An evaluation of the structural evidences for genetic relationships in plants: Algae. Proceed. intern. congr. of plant sc., Bd. 1, New York 1929.

— Nuclear phases and alternation in the Rhodophyceae. — Beihefte Bot. Centralbl., Bd. 48 Abt. 1, Dresden 1931.

— Lomentaria rosea, eine Floridee ohne Generationswechsel, nur mit Tetrasporenbildung ohne Reduktionsteilung. — Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 53, Berlin 1935.

THURET, G., Recherches sur la fécondation des Fucacées et les anthéridies des algues. — Ann. scienc. nat., Botanique, Sér. 4 T. 3, Paris 1855.

THURET, G. et BORNET, E., Études phycologiques. Paris 1878.

TILDEN, JOSEPHINE E., The algae and their life relations. Fundamentals of phycology. — Minneapolis 1935.

TRÉVISAN, B. A., Note sur les Corallines. — Verhandl. der Leopoldin.-Carolin. Akad. der Naturforscher, Bd. 15 Abt. 2, Breslau u. Bonn 1849.

WEBER- VAN BOSSE, ANNA, Bijdrage tot de algenflora van Nederland. — Nederl. kruidk. archief, Ser. 2 Deel 4, Nijmegen 1886.

— and FOSLIE, M., The Corallinaceae of the Siboga Expedition. — Siboga-Expeditie 61, Leyden 1904.

WESTBROOK, M. ALISON, Observations on nuclear structure in the Florideae. — Beihefte Bot. Centralbl., Bd. 53, Abt. A, Dresden 1935.

WILLE, N., Bidrag till algernes physiologiske anatomi. — Vet. Akad. Handl., Bd. 21, Stockholm 1885.

WOLFE, J. J., Cytological Studies on Nemalion. — Ann. of Bot., Vol. 18, London 1904.

YAMANOUCHI, S., The life history of Polysiphonia violacea. — Bot. Gaz., Vol. 42, Chicago 1906.

— The life history of Corallina officinalis L. var mediterranea. — Bot. Mag., Vol. 27, Tokyo 1913. (In englischer Übersetzung in Bot. Gaz., Vol. 72, Chicago 1921.)

YENDO, K., Corallinae verae of Port Renfrew. — Minnesota bot. stud., Vol. 2, Part 6, Minneapolis 1902.

— Corallinae verae Japonicae. — Journ. Coll. of science, Vol. 16, Tokyo 1902.

— A Study of the genicula of Corallinae. — Ebenda, Vol. 19, Tokyo 1904.

— A revised list of Corallinae. — Ebenda, Vol. 20, Tokyo 1905.

— Principle of systematizing Corallinae. — Bot. Mag., Vol. 19, Tokyo 1905.

ZANARDINI, G., Saggio di classificazione naturale delle Ficee etc., Venezia 1843.

— Sulle Corallinee (polipaj calciferi di Lamouroux) Rivista. — Enciclopedia italiana, Fasc. 106, Venezia 1844.

— Iconographia phycologica mediterraneo-adriatica. — Venezia 1871.

Inhaltsverzeichnis.

Berichtigung.

S. 79, 2. Absatz, 2. Zeile lies statt »der untersten Zellen« »die untersten Zellen«.

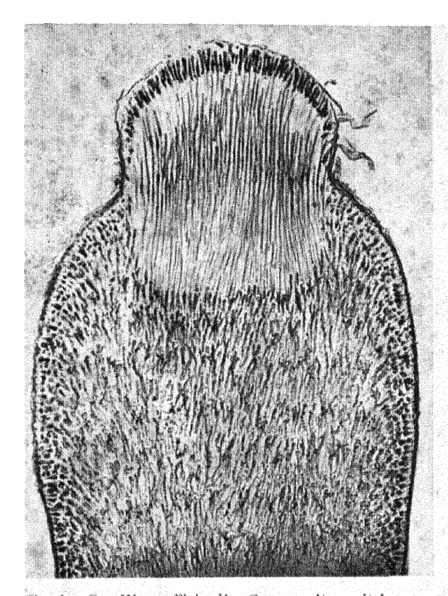


Fig. 1. *Corallina officinalis.* Sprossspitze mit jungem Gelenk. — × 140.

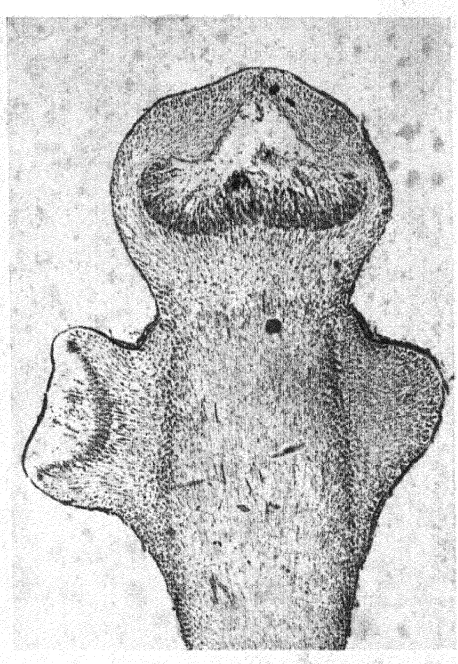


Fig. 2. *Corallina officinalis.* Männliche Konzeptakeln. × 84.

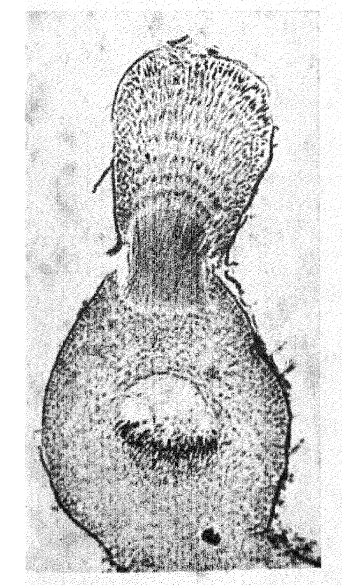


Fig. 3. *Corallina officinalis.* Geschlossenes weibliches Konzeptakel. — × 84.

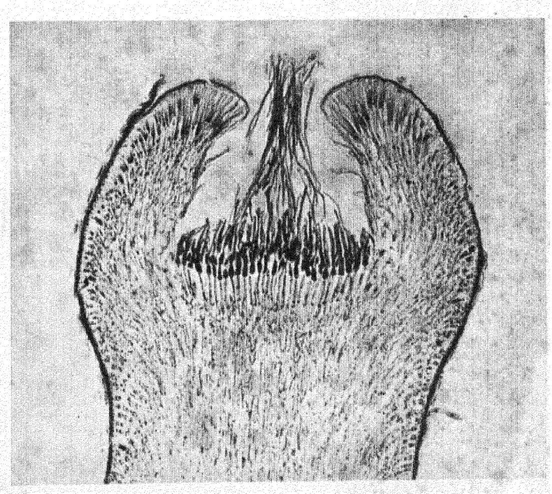


Fig. 4. *Corallina officinalis.* Junges weibliches Konzeptakel. × 165.

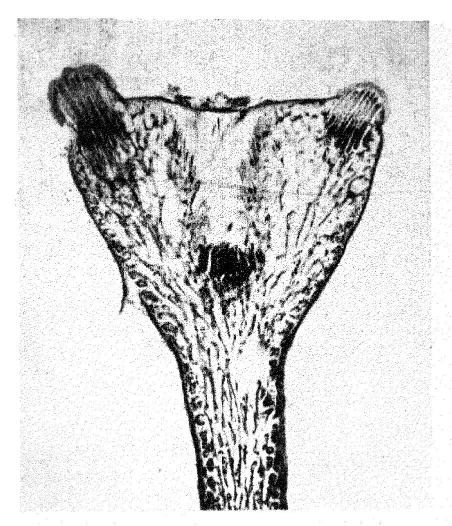


Fig. 5. *Corallina rubens.* Weibliches Konzeptakel, in den oberen Ecken Zweiganlagen. — × 185.

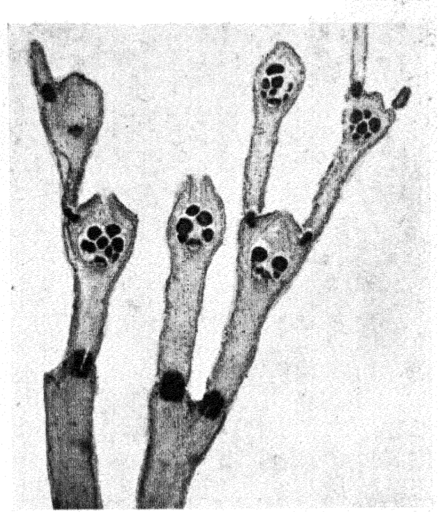


Fig. 6. *Corallina rubens.* Konzeptakeln mit reifen Gonimoblasten. — × 44.

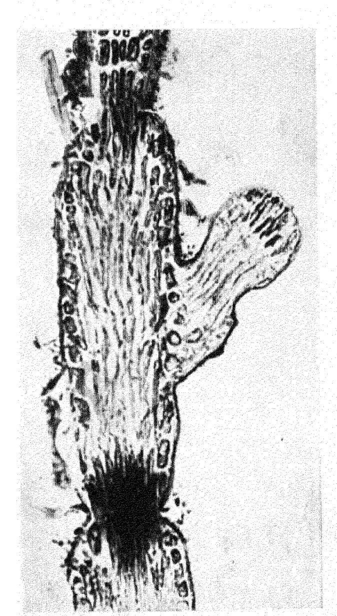


Fig. 7. *Corallina rubens.* Adventivästchen. — × 190.

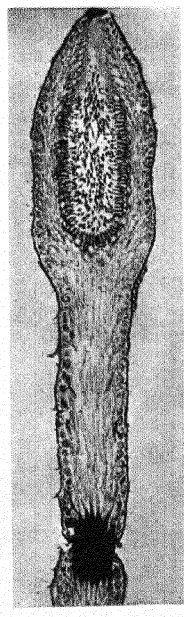


Fig. 8. *Corallina rubens.* ♂ Konzept. — × 130.

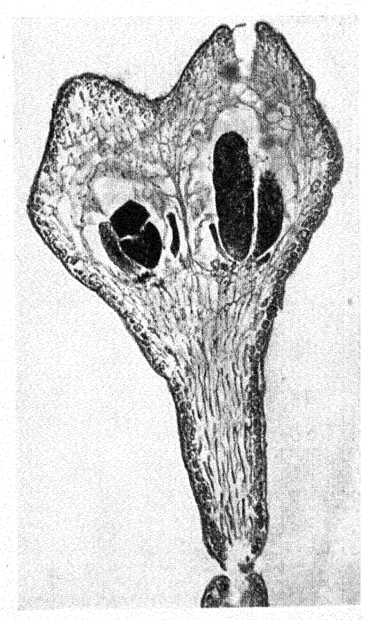


Fig. 9. *Corallina rubens.* Sprossspitze mit anomal zwei Sporangien-Konzeptakeln. — × 130.

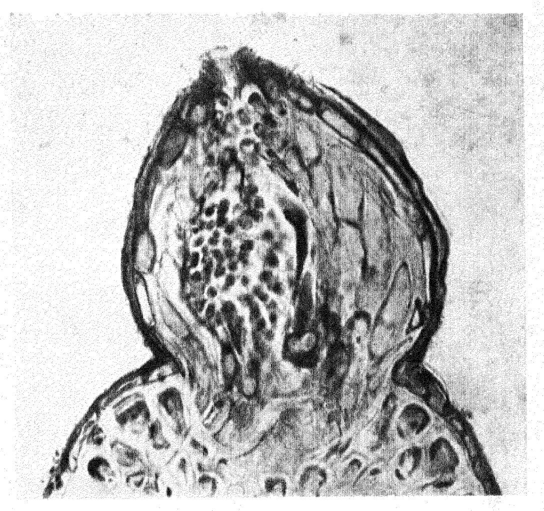
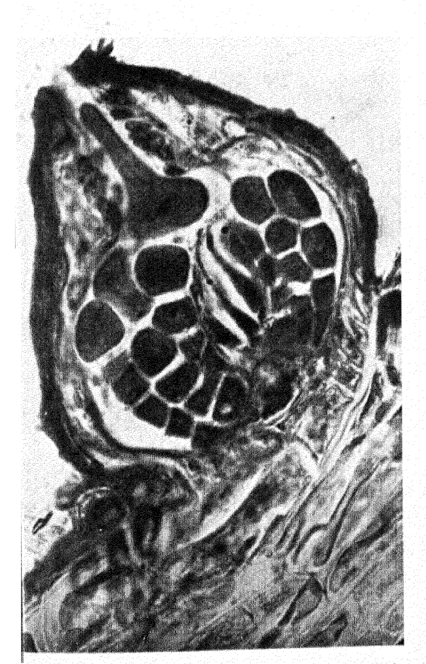


Fig. 10. *Choreonema Thureti.* Hermaphrodites Konzeptakel. — × 750.



'ig. 11. *Choreonema Thureti.* Konzeptakel mit ausschlüpfender Karpospore. — × 750.

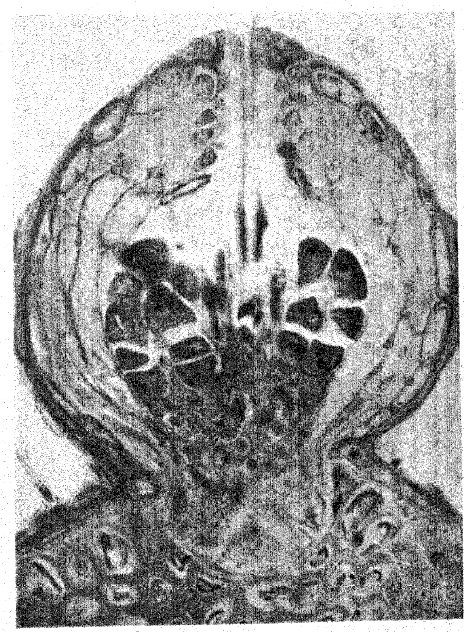


Fig. 12. *Choreonema Thureti.* Konzeptakel mit reifen Gonimoblasten. — × 750.

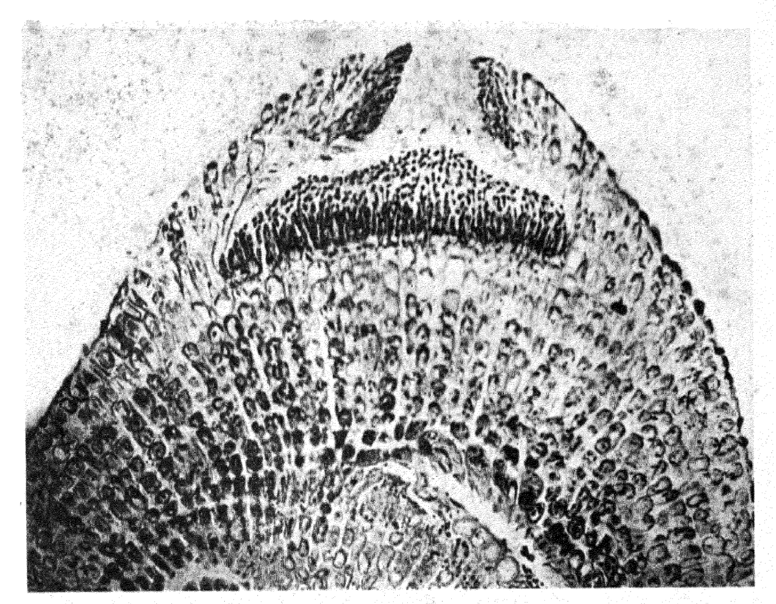


Fig. 13. *Amphiroa rigida.* Männliches Konzeptakel. Querschnitt. — × 250.

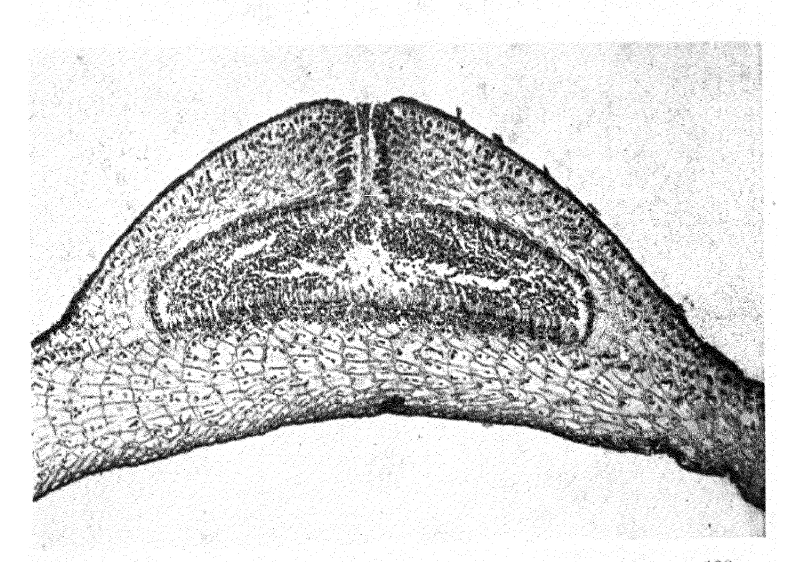


Fig. 14. *Lithothamnion lichenoides.* Männliches Konzeptakel. — × 190.